

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

Л.И. Мезенцева, И.С. Карпушин

**ПРАКТИКУМ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ СУДОВОЖДЕНИЯ**

Часть 1. Наблюдения за погодой

Учебное пособие

для студентов по направлению подготовки
26.05.05 «Судовождение»

Владивосток
Дальрыбвтуз
2021

УДК 656.61.052:551(075.8)

ББК 26.23Я73

М44

Рецензенты:

канд. геогр. наук, директор департамента наук о Земле ДВФУ
И.А. Лисина; канд. геогр. наук, доцент департамента наук о Земле
Л.Н. Василевская;

канд. геогр. наук, руководитель Приморского управления по
гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Б.В. Кубай

Мезенцева, Людмила Ивановна.

М44 Практикум по гидрометеорологическому обеспечению судо-
вождения. Часть 1. Наблюдения за погодой : учеб. пособие /
Л.И. Мезенцева, И.С. Карпушин. – Владивосток : Даль-
рыбвтуз, 2021. – 168 с.

Представлены методики наблюдений, техника обработки, тех-
ническое описание средств измерения основных метеорологиче-
ских и океанографических параметров, за которыми производятся
наблюдения на морских станциях. Приведены синоптический код
КН-01с (аналог международного кода FM 13-IX SHIP), схемы раз-
мещения гидрометеорологических данных на картах погоды, которые
используются в системе Росгидромета и международной практике.

Предназначено для студентов по направлению подготовки
26.05.05 «Судовождение».

УДК 656.61.052:551(075.8)

ББК 26.23Я73

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Морская гидрометеорология известна еще со времен парусного флота, когда успех плавания в значительной степени зависел от состояния погоды. Лишь в XVIII в. собранные мореплавателями сведения были систематизированы, моряки вместе с учеными начали разрабатывать первые приборы и методы для наблюдения за элементами погоды. Во второй половине XVIII в. в Европе были организованы метеорологические наблюдения на ряде станций, носившие инициативный характер. По инициативе моряков в 1853 г. в Брюсселе была созвана международная конференция, посвященная вопросам передачи сведений о погоде и положившая начало развитию международного сотрудничества в изучении метеорологических явлений и предсказании погоды.

В 1849 г. в России организована Главная физическая обсерватория в Петербурге (ныне Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова). Была создана образцовая сеть метеорологических станций в России. Наблюдения тщательно обрабатывались и печатались. В начале семидесятых годов под руководством М.А. Рыкачева в России организована служба погоды [16].

Основным методом исследования в метеорологии является наблюдение. Для этой цели во многих точках земного шара ведутся непрерывные наблюдения за состоянием атмосферы от поверхности Земли до больших высот, данные систематизируются, хранятся, обрабатываются в научных институтах и обсерваториях.

Качественные и количественные характеристики, выражающие физическое состояние атмосферы и происходящие в ней процессы, носят название метеорологических элементов. К ним относятся: температура воздуха, атмосферное давление, солнечная радиация, ветер, облака и др. Значения метеорологических элементов подвержены изменениям в пространстве и во времени.

Состояние атмосферы у земной поверхности, характеризующее совокупностью значений метеорологических элементов, называется погодой. Погода очень изменчива, однако для данного географического района или местности можно установить наиболее характерные условия, т.е. многолетний режим метеорологических элементов. Совокупность атмосферных условий, присущих данной местности, называется климатом.

Погодные условия более или менее меняются от лета к зиме, от зимы к лету. Наблюдаются также изменения от года к году. Однако последние значительно менее значимые, чем сезонные изменения. Можно говорить, что климат обладает устойчивостью. Учет климатических характеристик является важным при решении вопросов строительства, создании самолетов и судов, плавании и выборе места лова рыбы, времени навигации и т.д.

Современная метеорология является наукой, изучающей процессы, происходящие в атмосфере, охватывает большой круг вопросов, которые решаются разными методами. Из метеорологии выделился ряд родственных, но самостоятельных дисциплин.

Климатология – наука о климате, занимается изучением процессов климатообразования и характеристик климата в разных областях земного шара.

Синоптическая метеорология изучает атмосферные процессы и причины изменения погоды в целях ее предсказания. С синоптической метеорологией тесно связана динамическая метеорология, основной целью которой является создание численных методов прогноза метеорологических характеристик.

Физика атмосферы изучает отдельные метеорологические явления и процессы. В состав этой дисциплины входят атмосферная оптика, атмосферное электричество, аэрология и физика свободной атмосферы, в которой почти не сказывается влияние подстилающей поверхности, актинометрия – наука о солнечном и земном излучении и др.

Океанография – наука об океанах и морях, изучающая их форму, размеры и глубину, рельеф и состояние дна и берегов, образование и распределение грунтов дна, физические и химические свойства морской воды (состав, соленость, температуру, плотность, насыщенность кислородом и пр.), а также процессы и явления, происходящие в море.

Океанография изучает океаны и моря в их взаимосвязи с другими главными частями географической среды, т.е. с атмосферой, материками и морским дном. Изучение океанов и морей осуществляется на основании океанографических наблюдений, производимых на специально оборудованных исследовательских судах, с автоматических автономных буйковых станций, с искусственных спутников Земли, а также береговых и морских станций.

Успешная работа всех видов транспорта, в частности морского флота, в значительной степени зависит от правильного учета сложившихся гидрометеорологических условий, от своевременного предупреждения о штормовых ветрах и волнении моря, туманах, сильных ливнях, возможном обледенении судов.

В настоящее время морские суда оснащены сложнейшей навигационной техникой для безопасного плавания. Однако только правильный учет гидрометеорологических условий позволяет значительно сократить время перехода судна из одного порта в другой, обеспечить безопасность судна, груза и экипажа, совершать плавание в более благоприятных условиях.

Для судоводителей наиболее важными вопросами в области гидрометеорологии являются:

- основы физических процессов и явлений, происходящих в атмосфере и океане;
- влияние гидрометеорологических условий на деятельность морского флота;
- производство судовых гидрометеорологических наблюдений, их кодирование и передача в органы гидрометеорологической службы;
- анализ и прогноз погоды по местным признакам;
- выбор наиболее выгодного пути плавания в зависимости от гидрометеорологических условий.

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

- выполненную лабораторную работу курсант должен предъявить преподавателю в виде письменного отчета;
- содержание отчета должно соответствовать заданию и включать цель работы, текстовое изложение задания, расчетные формулы, результаты анализа, измерений, расчетов, схемы, графики, диаграммы (там, где необходимы) и выводы;
- порядок изложения должен отражать последовательность выполнения лабораторной работы.

Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Гидрометеорологическое обеспечение судовождения» в соответствии с требованиями МК ПДНВ

(Разделы А-II/1 в рамках функции Судовождение на уровне эксплуатации) [6] направлен на формирование следующих компетенций.

Сфера компетентности: Планирование и осуществление перехода и определение местоположения:

- умение использовать и расшифровывать информацию, получаемую от судовых метеорологических приборов;
- знание характеристик различных систем погоды, порядок передачи сообщений и систем записи;
- умение использовать имеющуюся метеорологическую информацию.

Лабораторная работа 1

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МОРСКИХ СТАНЦИЯХ, ПРОИЗВОДСТВО НАБЛЮДЕНИЙ ЗА АТМОСФЕРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

1. Цель работы

Закрепить знания по разделу «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях», получить практические навыки производства наблюдений за атмосферным давлением.

2. Задания

2.1. Изучить тему «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях», составить краткую записку.

2.2. Изучить приборы для измерения атмосферного давления, определить значение атмосферного давления с помощью барометра-анероида, ввести поправки и рассчитать атмосферное давление на уровне моря.

2.3. Определить барическую тенденцию.

2.4. Составить отчет и группы кода КН-01 с отличительными цифрами 4 и 5, расшифровать группы давления и барической тенденции в телеграммах и картах погоды.

Учебное время: 4 ч.

3. Приборы и материалы

Барометр-анероид, барограф.

4. Теоретическая часть

4.1. Организация и производство гидрометеорологических наблюдений

Во всех странах мира существуют учреждения, ведающие организацией гидрометеорологических наблюдений, их сбором, обработкой и составлением прогнозов погоды. С целью регламентации международного обмена гидрометеорологической информацией при ООН создана Всемирная метеорологическая организация (ВМО), в состав которой входят более 125 государств, в том числе Россия.

В 1963 г. ВМО разделила весь Мировой океан на зоны ответственности и закрепила их за государствами. Гидрометеорологические центры государств и другие самые разнообразные метеослужбы мира собирают данные наблюдений, обрабатывают их и передают с помощью международного кода по каналам связи согласно стандартному расписанию ВМО.

В России гидрометеорологическое обслуживание осуществляет Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Среди прочих задач на Росгидромет возложено оперативное обслуживание морского флота гидрометеорологической информацией, предупреждениями об опасных гидрометеорологических явлениях и прогнозами погоды.

Для получения сведений о погоде в открытом море Росгидромет по согласованию с соответствующими ведомствами открывает специальные станции на отдельных судах морского и рыболовного флота. Трехсторонним соглашением «Об основных принципах организации взаимодействия между предприятиями морского транспорта, рыбного хозяйства и организациями Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) по вопросам гидрометеорологического обеспечения мореплавания, рыболовства и другой производственной деятельности на море» между Росгидрометом, Федеральной службой морского флота России (Росморфлот), Комитетом Российской Федерации по рыболовству (Роскомрыболовство) в феврале 1994 г. признано: «...Важнейшей частью морского гидрометеорологического обеспечения безопасности мореплавания, рыболовства и других видов деятельности на море являются гидрометеорологические наблюдения, производимые штурманским составом на добровольной основе, и передача данных этих наблюдений в береговые центры. Учитывая преимущества, которые получают мореплаватели и рыбаки от использования предупреждений, прогнозов и различных морских пособий, базирующихся на данных судовых наблюдений, руководителей предприятий морского транспорта, рыболовства и организациям Росгидромета рекомендуется поощрять сбор гидрометеорологических данных судами, находящимися в море, и организовывать их изучение, распространение и обмен этими данными способом, наиболее отвечающим целям оказания помощи мореплаванию и рыболовству...».

Указанное Соглашение учитывает основные требования Международной конвенции по обеспечению безопасности жизни и

имущества на море (СОЛАС), а также международные обязательства России по организации и поддержанию функционирования национальной схемы судовых добровольных наблюдений.

Порядок наблюдений на судах, их передача в органы службы Росгидромета регламентированы специальным Положением. На судах водоизмещением 600 т и более, плавающих в морях и океанах, организуются судовые гидрометеорологические станции (СГМС).

Организация и обеспечение функционирования СГМС осуществляется капитаном судна. Ответственным штурманом-наблюдателем является, как правило, третий помощник капитана. Наблюдения производит вахтенный штурман, но если по условиям навигационной обстановки или другим причинам он не может сделать этого в срок, то их осуществляет другой свободный от вахты штурман или капитан.

4.2. Состав и порядок производства наблюдений

Наблюдения производятся на судах по маршруту их плавания вне пределов акваторий порта 4 раза в сутки по всемирному скоординированному времени UTC (эквивалентно среднему гринвичскому времени СГВ) *в сроки 00, 06, 12, 18 ч*. Первое наблюдение после выхода судна за пределы акватории порта производится в ближайший к одному из указанных выше сроков, а последнее – в срок, который наиболее близок ко времени прибытия судна в пределы акватории порта назначения. Наблюдения за гидрометеорологическими явлениями производятся с момента их обнаружения и до полного прекращения (исчезновения).

Наблюдения не производятся при сложной навигационной обстановке, при стоянке судов в портах у причала, при прохождении узких проливов, при коротких (не более 4 ч) переходах судна из порта в порт.

В каждый из установленных сроков производятся наблюдения за следующими гидрометеорологическими величинами: облачностью (количеством, формой облаков и высотой их нижней границы), метеорологической дальностью видимости (МДВ), направлением и скоростью ветра, температурой воздуха и поверхностного слоя воды, атмосферным давлением, значением и характеристикой барической тенденции, направлением перемещения зыби, периодом и высотой ветровых волн и волн зыби, гидрометеорологическими явлениями, обледенением судна и морскими льдами.

Наблюдения начинаются за 30 мин до срока наблюдения в соответствии с рекомендуемым порядком, схема которого представлена на рис. 1.1. Непосредственно в срок наблюдения должно быть измерено атмосферное давление, рассчитано значение барической тенденции и определена ее характеристика.

Объем гидрометеорологических наблюдений и порядок их выполнения на судне определяются Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 9, часть III «Гидрометеорологические наблюдения, производимые штурманским составом на морских судах», 1999 г.

Допускается сдвиг производства наблюдений от начала срока на более раннее время, но не более чем на 30 мин, в случаях привлечения вахтенного штурмана на подвахты (сразу же после вахты) и в случае, если часы радиовахты не позволяют передавать радиограмму в течение 20 мин после срока наблюдений.

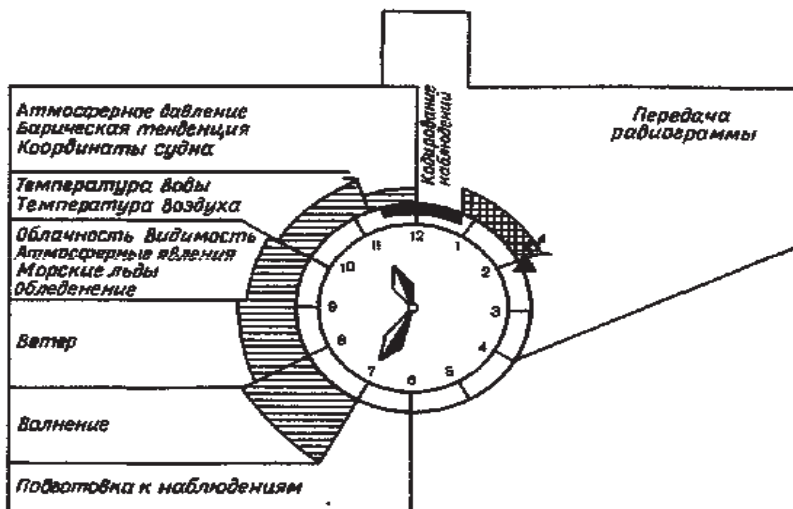


Рис. 1.1. Рекомендуемый порядок производства наблюдений

При резких ухудшениях погодных условий между сроками наблюдений, приводящих к возникновению стихийных гидрометеорологических явлений (СГЯ) (при достижении критических значений скорости ветра, высот волн, МДВ, скорости обледенения

судна, а также при сжатии судна во льдах, появлении шквалов, смерчей, стоячих волн), производятся дополнительные наблюдения за этими явлениями.

Рекомендуется наблюдения за облаками, МДВ, гидрометеорологическими явлениями, волнением, ветром и морскими льдами производить с пеленгаторной палубы; температуру воздуха измерять с левого или правого (наветренного) борта ходового мостика; температуру поверхностного слоя воды измерять с наиболее низкой части открытой палубы наветренного борта; атмосферное давление и барическую тенденцию – в штурманской рубке.

Если на судне установлены дистанционные метеорологические приборы или судовая автоматическая гидрометеорологическая станция (САГМС), производство наблюдений осуществляется из штурманской рубки за теми гидрометеорологическими величинами, которые входят в программу измерений дистанционных приборов или САГМС, табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Перечень наблюдаемых метеорологических элементов
и наименование приборов, с помощью которых они измеряются**

Измеряемый элемент	Приборы, применяемые для измерения (регистрации)
Температура воздуха и воды	Термометры различных типов, термографы, психометры
Влажность воздуха	Психометры, гигрометры, гигрографы
Атмосферное давление	Барометры, барографы
Скорость и направление ветра	Анеморумбометры, анемометры, флюгер
Количество и интенсивность атмосферных осадков	Осадкомеры, плювиографы
Дальность видимости	Измерители и регистраторы метеорологической дальности видимости
Количество и форма облаков	Визуально, аппаратура метеорологических спутников, радиолокаторы
Высота нижней границы облаков	Измерители и регистраторы высоты облаков, шары-пилоты
Туман	Визуально
Грозы	Грозорегистраторы, грозопеленгаторы

4.3. Передача гидрометеорологической информации

С 1 января 1982 г. во всех странах мира под эгидой Всемирной метеорологической организации введен в действие новый единый код для передачи гидрометеорологической информации в единой форме, а также для машинной обработки этих данных – код FM 12-IX SYNOP и FM 13-VII SHIP (национальный вариант – код КН-01 и КН-01с).

Код КН-01с, использующийся для передачи гидрометеорологической информации на судах, состоит из трех разделов.

Раздел 0 включает буквенный опознаватель кода, позывной сигнал радиостанции судна (используется только в латинском регистре), дату и срок наблюдения, сведения об используемых единицах скорости ветра и местоположение (координаты) судна. Группы нулевого раздела всегда включаются в радиограмму, за исключением группы буквенного опознавателя кода, которая включается судовыми станциями в радиограммы только для передачи в зарубежные центры сбора судовой информации.

Раздел 1, состоящий из 8 групп, содержит *метеорологические данные*, предназначенные для глобального обмена.

Раздел 2, состоящий из 9 групп, содержит *морские (гидрологические) данные*, предназначенные для глобального обмена.

Схема кода КН-01с:

Раздел 0 MiMiMjM DDDD YYGGi_w 99L_aL_aL_a QL_oL_oL_o

Раздел 1 i_ki_xhVV Nddff 1S_nTTT 2S_nTdTdTd 4PPPP 5apppp
(6RRRt_R) 7wwW₁W₂ 8N_MC_LC_MC_H

Раздел 2 222DsVs 0snTwTwTw (1PwaPwaHwaHwa)
2PwPwHwHw 3dw₁dw₁dw₂dw₂ 4Pw₁Pw₁Hw₁Hw₁ 5Pw₂Pw₂Hw₂Hw₂
6isEsEsRs ICE ciSibiDizi

Значения буквенных и цифровых символов в разделах кода КН-01 приведены в прил. 1.

Кроме передач телеграмм о наблюдениях в основные сроки всемирного скоординированного времени (00, 06, 12 и 18 UTC), судовые гидрометеорологические станции в любое время суток в те же пункты сбора открытым текстом передают оповещения об опасных и особо опасных (стихийных) гидрометеорологических явлениях погоды (прил. 1).

Наблюдения за стихийными гидрометеорологическими явлениями (СГЯ) включают:

- определение вида СГЯ в соответствии с перечнем, представленным в «Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам», и дополнительными указаниями служб Росгидромета;

- измерение значения и определение интенсивности СГЯ (если интенсивность является одной из характеристик этого явления);

- определение времени начала, изменения интенсивности и окончания СГЯ. Практически за всеми СГЯ на СГМС производятся наблюдения по конкретным методикам.

При обнаружении СГЯ (в дополнение к требованиям) необходимо:

- зафиксировать время и место (координаты) обнаружения СГЯ;

- установить непрерывное наблюдение за его развитием;

- обеспечить бесперебойную работу всех средств измерений, по которым в результате измерений оценивается интенсивность СГЯ или определяется наличие явления;

- сфотографировать редко встречающиеся явления (если есть такая возможность) или зарисовать и подробно описать;

- при наличии экономического ущерба (при потере шлюпок, приборов, разрушений палуб судна, береговых построек) необходимо описать причиненный ущерб.

При обнаружении СГЯ необходимо информацию о нем включить в радиограмму с индексом ШТОРМ и сразу же передать в Гидрометцентр России, а также в адреса, представленные судовладельцем.

При составлении радиограммы о СГЯ необходимо руководствоваться следующими положениями действующего кода КН-01с:

- радиограмма составляется открытым текстом, четко и полно, без сокращений и лишних слов;

- в радиограмме сообщается время начала явления по UTC; координаты судна во время обнаружения СГЯ; название явления и его интенсивность; информация о сопутствующих СГЯ гидрометеорологических величинах (направление и скорость истинного ветра, состояние моря, при обледенении – температура воздуха и воды и т.д.).

По окончании СГЯ следует сделать подробное его описание в таблице «Дополнительные сведения о СГЯ» журнала КГМ-15.

Примеры радиограммы с индексом ШТОРМ:

1. ШТОРМ UMAU 1300 1832 СШ 13940 ВД ВЕТЕР ВОСТОЧНЫЙ МАКСИМАЛЬНАЯ 35 М/С ДАВЛЕНИЕ 998 ГПА ТЕНДЕНЦИЯ РОСТ 1ТЧК2 ГПА=

2. ШТОРМ UМАУ 0030 4602 СШ 14500 ВД ТУМАН ВИДИМОСТЬ 50 М=

3. ШТОРМ UМАУ 1015 4905 СШ 17300 ВД СКОРОСТЬ ОБЛЕДЕНЕНИЯ 1 СМ/Ч МОРОСЬ МОРСКИЕ БРЫЗГИ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА 2 НИЖЕ НУЛЯ ВОДЫ 0 ВЕТЕР СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ 15 МС=

4. СРТМ МАРКОВО 34 20 15 1030=

ШТОРМ ЕХВЬ 0715 1210 СШ 13510 ВД ВЕТЕР ВОСТОЧНЫЙ 25 МС ДАВЛЕНИЕ 995 ГПА ТЕНДЕНЦИЯ РОСТ ОТЧК8 ГПА=

5. СРТМ МАРКОВО 20 25 21 1310=

ШТОРМ ЕХВЬ 1000 4905 СШ 15006 ВД СИЛЬНОЕ ОБЛЕДЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА 6 МОРОЗА ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ 1 НИЖЕ НУЛЯ ВЕТЕР СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ 10 МС =

4.4. Методы и средства измерений атмосферного давления

Атмосферное давление – это гидростатическое давление воздуха в точке измерения, численно равное весу вертикального столба воздуха единичного сечения, простирающегося от измеряемого уровня до верхней границы атмосферы.

Со времен Торричелли (XVII в.) давление воздуха измеряли высотой ртутного столба в миллиметрах или дюймах. Когда в практику стали вводиться различные расчетные методы анализа и прогноза состояния атмосферы, оказалось, что линейная мера – миллиметры, не связанная с физической сущностью давления как силы, крайне неудобна. В 20-х гг. XIX в. норвежским метеорологом В. Бьеркнесом была предложена новая единица измерения атмосферного давления – миллибар (мб). Миллибар – это единица атмосферного давления, равная 1000 дин, приложенных к 1 см² (1 дин – сила, которая сообщает массе в 1 г ускорение движения в 1 см/с²).

В настоящее время в системе единиц СИ давление измеряют в паскалях (Па). Паскаль – давление, вызванное силой 1 Н, равномерно распределенное по площади 1 м², 100 Па = 1 гПа (гектопаскаль). Один гектопаскаль численно равен одному миллибару.

В гектопаскалях нормальное давление (среднее давление на уровне моря на широте 45° при температуре воздуха 0 °С) состав-

ляет 1013,25 гПа, или 760 мм рт. ст., а за стандартное давление принимается 1000 гПа, или 750 мм рт. ст. Чтобы перевести одни единицы в другие, необходимо помнить, что 1 гПа равен 3/4 мм рт. ст., а 1 мм рт. ст. равен 4/3 гПа. Однако для перевода одних единиц измерения в другие необходимо пользоваться специальными таблицами, которые приведены в журнале КГМ-15, МТ-72 и других пособиях.

При производстве гидрометеорологических наблюдений на судне измеряют атмосферное давление и определяют значение барической тенденции (разницу давления за 3 ч) и её характеристику (ход давления за 3 ч в цифрах действующего кода КН-01с). Атмосферное давление обрабатывают (вводят поправки) и приводят к уровню моря и температуре воздуха 0 °С, переводят в гектопаскали (гПа).

На судне атмосферное давление измеряется барометрами, барометрами-анероидами (далее – анероиды) 8 раз в сутки (в 00, 03, ..., 21 UTC; измерение атмосферного давления в сроки 03, 09, 15, 21 UTC производится с целью определения значения и характеристики барической тенденции) и непрерывно регистрируется с помощью барографов специальными чернилами на диаграммных лентах.

Барометры-анероиды и барографы на судне размещаются в штурманской рубке горизонтально на поролоне толщиной не менее 0,5 см (что «смягчает» влияние вибрации судна на колебание стрелки анероида и на результаты регистрации атмосферного давления на ленте барографа) в местах, удаленных от кондиционеров, иллюминаторов, входных дверей, т.е. там, где нет резких изменений температуры воздуха и возможности попадания на приборы прямых солнечных лучей. При установке барометры и барографы должны быть надежно закреплены так, чтобы удобно было делать отсчеты, открывать крышку футляра барографа при смене ленты и заводе часового механизма.

Ежедневно, если барограф суточный, или в конце недели, если барограф недельный, необходимо после 12-часового срока наблюдений по UTC проводить смену ленты барографа.

Если при барометре-анероиде отсутствует термометр, последний размещается в непосредственной близости к анероиду или барометру (термометр должен быть надежно защищен с целью предотвращения любой возможности его разбить).

В штурманской рубке атмосферное давление измеряется на высоте установки прибора H при температуре окружающего воздуха T_a .

Результаты измерений атмосферного давления принято «приводить» к единому уровню (к одной высоте) и температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ путем введения соответствующих поправок к отсчетам по барометру. В качестве единого уровня H_0 во всем мире принят уровень Мирового океана (уровень моря).

Измерение атмосферного давления на судах производится по барометру-анероиду М-67 (МД-49-2); при его отсутствии можно использовать барометр БРС-1 или анероиды БАММ-1, М-98 (МД-49-А).

Чувствительным элементом перечисленных барометров (на рис. 1.2 представлен внешний вид барометра-анероида БАММ-1) является блок из нескольких последовательно соединенных анероидных мембранных коробок, обладающих свойством деформироваться при изменении внешнего давления за счет эластичности конструкции и герметичности коробки. Линейные перемещения мембран передаточным механизмом преобразуются в угловые перемещения стрелки прибора.

Отличаются между собой перечисленные барометры техническими характеристиками и конструкцией исполнения. Так, в барометре БАММ-1 имеется ртутный термометр, а в барометрах-анероидах М-67 и М-98 – зеркальная шкала, позволяющая производить отсчеты показания приборов с высокой точностью.

Для измерений по анероиду необходимо:

- приоткрыть дверь в штурманской рубке, если она закрыта;
- перекрыть систему кондиционирования (для исключения влияния на показание анероида подпора воздуха в рубке за счет работы этой системы);
- отсчитать показание термометра с точностью до $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- постучать пальцем по стеклу анероида (для предотвращения возможного «застывания» его стрелки);
- визуально совместить стрелку анероида с ее отражением в зеркале шкалы, если в анероиде зеркальная шкала;
- в течение 10–15 с проследить за колебаниями стрелки, определить ее среднее положение и сделать отсчет показаний анероида с округлением до $0,1\text{ гПа}$ или до $0,1\text{ мм рт. ст.}$ (в зависимости от того, в каких единицах проградуирована его шкала).



Рис. 1.2. Внешний вид барометра-анероида БАММ-1

Обработка результатов измерений сводится к получению значения атмосферного давления, приведенного к уровню моря и температуре воздуха 0°C (P_0). С этой целью необходимо к отсчету по барометру-анероиду ввести три поправки (или их сумму) по формуле

$$P_0 = P_{\text{изм}} + \Delta P_{\text{ш}} + \Delta P_{\text{Т}} + \Delta P_{\text{У}}, \dots \dots \dots (1)$$

где $P_{\text{изм}}$ – отсчет по anerоиду; $\Delta P_{\text{ш}}$ – поправка шкалы к отсчету по anerоиду, определяемая по показаниям anerоида (по значению $P_{\text{изм}}$) и соответствующей таблице из свидетельства о поверке путем интерполяции; $\Delta P_{\text{Т}}$ – температурная поправка для приведения атмосферного давления к температуре 0°C , рассчитываемая по формуле, указанной в свидетельстве о поверке, и по температуре воздуха T_a , измеренной вблизи anerоида; $\Delta P_{\text{У}}$ – поправка на приведение атмосферного давления к уровню моря: $\Delta P_{\text{У}} = \Delta P_{\text{Н}} H_{\text{У}}$. Здесь $\Delta P_{\text{Н}} = 0,133$ гПа/м или 0,1 мм рт. ст./м и соответствует изменению атмосферного давления на 1 м высоты; $H_{\text{У}}$ – высота установки anerоида на судне над уровнем моря, м.

При плавании в открытых морях и океанах высота установки anerоида над уровнем моря $H_{\text{У}}$ отсчитывается от положения максимальной грузовой ватерлинии; при плавании в закрытых морях (например, в Каспийском), уровни которых не совпадают с уровнем Мирового океана, высота установки anerоида над уровнем моря рассчитывается по формуле $H_{\text{У}} + ДН$, где $ДН$ – разность уровней

«закрытого» моря и Мирового океана, м. Она берется со знаком «плюс», если уровень моря выше, и со знаком «минус», если уровень моря ниже уровня Мирового океана.

При расчете значений P_0 следует помнить следующее:

- все поправки рассчитываются с точностью до 0,1 гПа или до 0,1 мм рт. ст. и берутся для расчетов со своим знаком;

- все слагаемые формулы должны быть выражены в одних единицах (гПа или мм рт. ст.); если шкала анероида проградуирована в миллиметрах ртутного столба, то конечный результат расчета должен быть переведен по формуле $P \text{ (гПа)} = 1,3332 P \text{ (мм рт. ст.)}$.

Барическая тенденция рассчитывается как разность атмосферного давления в срок наблюдения и давления три часа назад (предварительно приведенных к уровню моря): $P_{\text{срок}} - P_{\text{3часа}}$. Точность вычислений – до десятых долей гПа. Характеристика барической тенденции (как именно давление менялось в течение трех часов) снимается с ленты барографа и переводится в цифру кода в соответствии с табл. П1.7.

Окончательные значения атмосферного давления, приведенного к уровню моря, и барической тенденции кодируются в виде групп 4PPPP и 5аррр, прил. 1. На карту эта информация наносится также в соответствии с синоптическим кодом КН-01с, прил. 2.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Изучить тему «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях», составить краткую записку, включающую раздельно: состав и порядок производства наблюдений; передача гидрометеорологической информации кодом КН-01с.

5.2. Изучить приборы и методику измерения атмосферного давления, определить значение атмосферного давления, ввести поправки и рассчитать атмосферное давление на уровне моря. При выполнении задания использовать данные табл. 1.2, 1.3.

5.3. Изучить приборы и методику расчета барической тенденции, определить значение барической тенденции. При выполнении задания использовать данные табл. 1.2.

5.4. Составить отчет и группы кода КН-01 с отличительными цифрами 4 и 5, расшифровать группы давления и барической тенденции в телеграммах и картах погоды, пользуясь синоптическим кодом.

Таблица 1.2

Данные о высоте установки барометра-анероида на судне, м, и атмосферном давлении за 3 ч до срока наблюдения, мм рт. ст.

№ варианта	Высота установки анероида на судне, м	Атмосферное давление за 3 ч до срока наблюдения, мм рт. ст.
1	5	760,2
2	10	755,6
3	15	745,9
4	8	766,2
5	12	770,2
6	12	742,0
7	7	752,5
8	10	761,4
9	15	780,5
10	13	777,1

Таблица 1.3

Извлечение из свидетельства о поверке к барометру-анероиду № 392890

1. Поправка шкалы			
Отметка шкалы, мм рт. ст.	Поправка шкалы, мм рт. ст.	Отметка шкалы, мм рт. ст.	Поправка шкалы, мм рт. ст.
790,0	+0,9	700,0	-1,2
780,0	+0,6	690,0	-1,2
770,0	+0,2	680,0	-1,2
760,0	0,0	670,0	-1,0
750,0	-0,3	660,0	-0,8
740,0	-0,6	650,0	-0,9
730,0	-0,7	640,0	-1,1
720,0	-0,7	630,0	-1,0
710,0	-0,9	620,0	-1,0
2. Температурная поправка определяется по формуле $\Delta P_T = a + bT_a + cT_a^2 + dT_a^3 + k(P_k - P_{изм}) \times (T_a - 20),$ где $a=0,18$ мм рт. ст.; $b=0,009$ мм рт. ст./°C; $c=-0,000014$ мм рт. ст./°C ² ; $d=0,000002$ мм рт. ст./°C ³ ; $k=0,00031$ мм рт. ст./°C; $P_k=732,0$ мм рт. ст.; T_a – температура воздуха вблизи анероида.			

Примечание. Поправки барометра-анероида выведены из сличения его с образцовым барометром Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова.

Вопросы для самопроверки

1. Основные сроки производства наблюдений за погодой.
2. В каких единицах измеряется величина атмосферного давления?
3. Каковы закономерности изменения атмосферного давления с высотой?
4. Что такое барическая тенденция?
5. Дайте определение понятия «барометрическая ступень». Как она зависит от температуры и давления?
6. Опишите устройство барометра-анероида.
7. В чем различие между континентальным и океаническим типами годового хода давления?
8. Сравните распределение давления над Северным и Южным полушариями. Где лучше сохранились черты «идеальной» схемы распределения давления?

Лабораторная работа 2

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ И ВЛАЖНОСТЬЮ ВОЗДУХА И ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОДЫ НА МОРСКИХ СТАНЦИЯХ

1. Цель работы

Закрепить знания по разделу «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях» и получить практические навыки наблюдения за температурой и влажностью воздуха и температурой поверхностного слоя воды.

2. Задания

2.1. Изучить тему «Наблюдения за температурой и влажностью воздуха и температурой поверхностного слоя воды», составить краткую записку.

2.2. Изучить устройство приборов для измерения температуры и влажности.

2.3. Определить температуру воздуха и воды и составить группы кода КН-01.

2.4. Определить с помощью Психрометрических таблиц параметры влажности и составить группу синоптической радиогаммы.

2.5. Расшифровать группы с температурой и точкой росы синоптической телеграммы и на карте погоды.

Учебное время: 4 ч.

3. Приборы и материалы

Аспирационный психрометр, психрометрические таблицы.

4. Теоретическая часть

4.1. Температура воздуха

Температура воздуха – характеристика теплового состояния воздуха, обусловленная кинетической энергией движения молекул газа, входящих в состав воздуха; выражается в градусах Цельсия, при производстве наблюдений определяется с точностью до 0,1 °С.

Температура воздуха является одной из важнейших гидрометеорологических величин. Систематические наблюдения за температурой воздуха позволяют выявить тенденцию в изменении погоды. Например, правильный суточный ход температуры воздуха – признак сохранения хорошей погоды, нарушения суточного хода – признак приближения плохой погоды. Резкое понижение температуры днем после ненастной погоды – признак близкого улучшения погоды, повышение температуры воздуха вечером предвещает ухудшение погоды.

В метеорологии температура воздуха определяется по международной стоградусной шкале. 0 °C по этой шкале соответствует температуре таяния льда при нормальном атмосферном давлении, а 100 °C – температуре кипения воды. Однако в США и ряде других стран до сих пор в быту применяется шкала Фаренгейта. По этой шкале точка таяния льда обозначена 32 °F, а точка кипения воды – 212 °F. Промежуток между этими состояниями разбит на 180 равных частей, а 1/180 часть между этими состояниями носит название 1 градуса Фаренгейта.

При переводе температуры из одной шкалы в другую пользуются следующей формулой:

$$t\text{ }^{\circ}\text{C} = 5/9(t^{\circ}\text{F}-32). \quad (2)$$

Таким образом, градус Фаренгейта почти вдвое меньше градуса стоградусной шкалы, и нули у этих шкал не совпадают. Нуль по шкале Фаренгейта соответствует температуре -17,8 °C по стоградусной шкале.

Для теоретических расчетов в метеорологии используется абсолютная температурная шкала Кельвина, в которой температура отсчитывается от абсолютного нуля. Абсолютный нуль – это предельно низкая температура, при которой прекращается тепловое движение молекул. При абсолютном нуле все вещества, за исключением гелия, находятся в твердом кристаллическом состоянии. Абсолютный нуль лежит на 273,16 °C ниже нуля по стоградусной шкале (на практике за 0° стоградусной шкалы принимается 273 К без сотых и десятых долей).

На судах температура воздуха измеряется метеорологическими термометрами (ртутными, спиртовыми) с ценой деления не более 0,5 °C, как правило, в диапазоне от минус 40 до плюс 50 °C, или с

помощью психрометров аспирационных МВ-4М. В частности, можно пользоваться ртутными метеорологическими термометрами ТМ-4, ТМ-6, ТМ-10, ТМ-14 или спиртовым низкоградусным метеорологическим термометром ТМ-9.

При измерениях приборы следует размещать по обоим бортам судна в местах, удовлетворяющих условиям:

- резервуары термометров должны располагаться над водной поверхностью;

- подходы к местам установки приборов должны быть удобными, термометры и психрометры не должны быть помехой при судовых работах (при швартовых операциях, при креплении и переводе кранцев и т.д.);

- термометры по возможности должны быть защищены от падения на их резервуары влаги и прямых солнечных лучей.

Измерения температуры воздуха следует производить с наветренного борта. Однако в случаях, когда направление кажущегося ветра совпадает с курсом судна или противоположно ему, измерять температуру воздуха можно с любого борта. Если судно находится в дрейфе не менее одного часа и наветренный борт сильно освещен солнцем, а подветренный борт находится в тени, температуру воздуха следует измерять с подветренного борта.

Обычно метеорологические термометры, психрометры размещают на планширях крыльев ходового мостика, к которым крепятся с помощью кронштейнов. Перед размещением термометры помещают в защиту типа ПР-2 с конусовидной оправой для предотвращения попадания на их резервуары солнечных лучей, осадков, морских брызг.

4.2. Температура поверхностного слоя воды

Температура поверхностного слоя воды является характеристикой теплового состояния поверхностного слоя воды в море (океане); выражается в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$; измеряется, как правило, с наветренного борта.

В зависимости от состояния судна (ход или дрейф), состояния моря, времени года температура воды может измеряться несколькими способами:

- ртутными метеорологическими термометрами ТМ-10, ТМ-14 в комплекте с оправой ОТ-51 путем непосредственного погружения термометра в оправе в море;

- указанными термометрами в оправе или без нее, измеряя температуру морской воды, которую поднимают на борт с помощью ведра (металлического, брезентового или пластмассового) вместимостью не менее 5 л, и линия длиной не менее 10 м;

- термометрами сопротивления судовой дистанционной станции (СДС).

Перед измерениями температуры воды необходимо убедиться в исправности рабочего термометра, ведра, линия.

Чаще всего измерение температуры воды производится с помощью ртутного термометра в оправе путем погружения его в море. При высоте волн более 1 м или при наличии в море посторонних предметов, шуги, обломков льдин и т.д. измеряют температуру воды, поднятой на борт с помощью ведра, ртутным термометром в оправе или без нее.

При измерении температуры воды путем погружения ртутного термометра в оправе в море необходимо выполнить следующее:

- один конец линия привязать к скобе оправы, другой – закрепить на наветренном борту в носовой части судна;

- опустить термометр на лине на глубину 0,5–1,0 м и выдержать термометр на этой глубине в течение 2–3 мин; затем быстро поднять на палубу, удерживая в стаканчике оправы зачерпнутую воду;

- повернуть внешнюю трубку оправы таким образом, чтобы стала видна шкала термометра; поднять термометр так, чтобы глаза наблюдателя и мениск столбика ртути находились на одном уровне;

- произвести отсчет по шкале с точностью до 0,1 °С (сначала десятые доли, затем целые градусы).

После окончания измерения вылить из стаканчика оправы морскую воду, промыть термометр и стаканчик, предварительно отвинтив его, пресной водой, протереть, привинтить стаканчик и поместить прибор на свое штатное место в штурманской рубке.

При измерении температуры воды, поднятой на борт с помощью ведра, необходимо:

- опустить ведро в воду и выдержать по возможности несколько секунд, чтобы оно приняло температуру воды (перед опусканием свободный конец линия закрепить на борту судна);

- зачерпнуть воды не менее 2/3 от вместимости ведра, быстро поднять на палубу и поставить в защищенном от ветра и солнца месте;

- опустить термометр в ведро с водой; если используется термометр в оправе, то после погружения необходимо вынуть его че-

рез несколько секунд, вылить воду из стаканчика и вновь опустить термометр в ведро;

- перемешать термометром воду (стараясь при этом не касаться стенок ведра во избежание повреждения термометра), через 1–2 мин проследить за состоянием столбика ртути, не вынимая термометр из воды (термометр в оправе следует поднять до уровня глаз); когда температура воды перестанет меняться, сделать отсчет с точностью до 0,1 °С.

При отрицательной температуре воздуха и при наличии льда необходимо следить за тем, чтобы на стенках ведра не образовалась корка льда. Допускается ведро с водой занести в помещение, в котором температура воздуха несколько выше 0 °С, и произвести измерение температуры.

При скорости судна до 10 уз измерение температуры воды производится ртутным термометром в оправе, который в течение 2–3 мин неоднократно забрасывается вперед по ходу судна так, чтобы он погружался примерно на длину оправы.

При сильном волнении (более 1 м) или возникновении опасности повреждения термометра следует использовать ведро для взятия проб воды (при взятии проб воды на ходу судна линь нельзя наматывать на руку!).

На некоторых судах в машинном отделении установлены термометры сопротивления СДС. С помощью этих термометров следует измерять температуру воды при скорости судна свыше 10 уз, высоте волн более 1 м и в холодное время года (при температуре воды ниже 0 °С).

4.3. Влажность воздуха

Одной из составляющих атмосферы является водяной пар. Его большее или меньшее количество в воздухе определяет влажность или сухость климата, условия жизни человека и роста растений.

Поглощая большую часть собственного излучения Земли, передавая часть полученного тепла подстилающей поверхности, образуя встречное излучение, водяной пар уменьшает интенсивность охлаждения подстилающей поверхности, когда нет поступления солнечной радиации. Следовательно, чем больше водяных паров содержится в атмосфере, тем медленнее понижается температура подстилающей поверхности, а отсюда и окружающего воздуха после захода солнца. Поскольку повышенная влажность воздуха, как

правило, наблюдается при приближении теплого фронта в передней части циклона, то повышение температуры воздуха вечером является одним из признаков ухудшения погоды.

Конденсация водяного пара на наземных предметах приводит к образованию росы, инея, изморози и т.п. Конденсация водяного пара в приземном слое атмосферы приводит к образованию туманов, которые значительно ухудшают видимость. Конденсация водяного пара в свободной атмосфере приводит к образованию различных форм облаков и осадков. Конденсация и испарение сопровождается выделением и поглощением большого количества тепла, и это еще увеличивает роль пара в энергетике и термодинамике атмосферы.

Атмосферный воздух, особенно в нижних слоях, всегда содержит некоторое количество водяного пара. При определенной температуре, которая зависит от количества водяного пара и атмосферного давления, водяной пар в воздухе может достичь насыщения. В этом случае воздух называют насыщенным.

Для характеристики влажности воздуха применяют несколько величин, отражающих либо абсолютное содержание водяного пара в воздухе (упругость, абсолютная, удельная влажность), либо степень близости водяного пара к состоянию насыщения (относительная влажность, дефицит влажности, точка росы).

Водяной пар, как всякий газ, обладает упругостью (давлением). *Упругость пара* (e) меньше упругости насыщения (E) – максимально возможной упругости при данной температуре. Чем больше разность $E - e$, тем суше воздух и интенсивнее испарение. Единица измерения упругости – Па.

Абсолютная влажность (a) – плотность водяного пара в воздухе, выраженная числом граммов водяного пара в 1 м^3 воздуха, измеряется в г/м^3 .

Соотношение между абсолютной влажностью и упругостью водяного пара следующее:

$$a = 217 \frac{e}{T}, \quad (3)$$

где a – абсолютная влажность, г/м^3 ; e – упругость водяного пара, гПа, T – температура воздуха, К.

Удельная влажность (q) – масса водяного пара, содержащегося в единице массы влажного воздуха, единицы измерения – г/кг :

$$q=622 \, e/P, \quad (4)$$

где P – давление воздуха, гПа; e – упругость водяного пара, гПа.

Ощущение сухости или сырости воздуха связано не с абсолютным влагосодержанием (упругостью, абсолютной или удельной влажностью), а с тем, насколько воздух близок к насыщению, и характеризуется дефицитом влажности и относительной влажностью.

Дефицит влажности (d), гПа – это разность между упругостью насыщения (E) при данной температуре и упругостью водяного пара (e), содержащегося в воздухе:

$$d = E - e. \quad (5)$$

Относительная влажность (f), % – отношение массы водяного пара, содержащегося в воздухе к массе водяных паров, необходимых для насыщения воздуха при данной температуре:

$$f = e/E \, 100. \quad (6)$$

Если количество водяного пара остается тем же, а температура воздуха увеличивается, то относительная влажность уменьшается. Когда температура воздуха понижается, то при неизменном количестве водяного пара в воздухе относительная влажность увеличивается.

Каждому значению температуры воздуха соответствует вполне определенное количество водяных паров, которые будут насыщать воздух, причем, чем ниже температура, тем меньшее количество водяных паров требуется для его насыщения.

Если содержащий водяной пар воздух начнет охлаждаться, то при некоторой температуре он окажется насыщенным водяными парами и при дальнейшем охлаждении излишек водяных паров будет конденсироваться или сублимироваться.

Температура, до которой нужно охладить воздух при постоянном давлении, чтобы водяной пар, содержащийся в нем, достиг состояния насыщения, называется *точкой росы* (t_d). Точка росы – важная и удобная характеристика влагосодержания воздуха. В частности, по ней легко судить о вероятности образования тумана. При насыщенном воздухе она совпадает с температурой воздуха, во всех остальных случаях она ниже температуры воздуха.

4.4. Производство наблюдений и обработка результатов измерений

Для определения характеристик влажности на судне используется психрометр аспирационный МВ-4М (далее психрометр). Характеристики влажности определяются при температуре воздуха выше минус 1 °С.

Аспирационный психрометр (рис. 2.1) состоит из двух ртутных метеорологических термометров ТМ-6, вставленных в металлическую никелированную оправу 4 с двумя трубками, и аспиратора для всасывания воздуха через трубку.

Термометры 1 и 2 защищены двойными (внутренними 11, 12 и наружными 9, 10) трубками. Эти трубки вместе с соединительными муфтами 5 и 6 легко отвинчиваются от оправы.

Аспиратор 7 навинчен сверху на центральную трубку оправы. Он состоит из вентиляторного диска, который заводится ключом 8. Действием аспиратора воздух всасывается снизу через трубки 9 и 10, обтекает резервуары термометров, которые показывают его температуру, проходит по трубке 3 и затем выбрасывается через прорезь 18. Путь всасываемого аспиратором воздуха показан на рисунке стрелками.

Резервуар правого термометра плотно оборачивается батистом 13 и перед пуском вентилятора смачивается дистиллированной водой при помощи резиновой груши 14. Вследствие этого правый термометр, резервуар которого обернут батистом, называют «смоченным» термометром, и обычно он имеет более низкую температуру, чем левый термометр, который называют «сухим».

К психрометру прилагаются: пипетка – резиновая груша 14 со стеклянным наконечником 19 и зажимом 17; ветровой щиток 16 с пружиной; штырь или крюк 15 для подвеса; деревянный ящик для хранения всего комплекта; запас батиста; свидетельство о поверке термометров.

Для измерений психрометр подвешивают на штыре так, чтобы он как можно дальше отстоял от обвеса, стенок рубки и других надстроек судна и, по возможности, находился над водой, а не над палубой судна.

Если судно большое, то вместо штыря для подвески психрометра рекомендуется использовать психрометрические выстрелы длиной не менее 2 м, размещаемые по обоим бортам судна. Психрометрические выстрелы промышленностью не выпускаются, их

рекомендуется изготавливать в мастерских судовладельца. Чертеж психрометрического выстрела содержится в Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам [12].

При измерении только температуры воздуха необходимо:

- по истечении 4–5 мин после завода аспиратора подвести психрометрический выстрел к борту, если на нем установлен психрометр;
- отсчитать показания сухого термометра с точностью до 0,1 °С;
- закрепить выстрел на борту, снять психрометр с выстрела (или со штыря), отнести в рубку, обернуть его, если корпус влажный или отпотел, уложить в футляр.

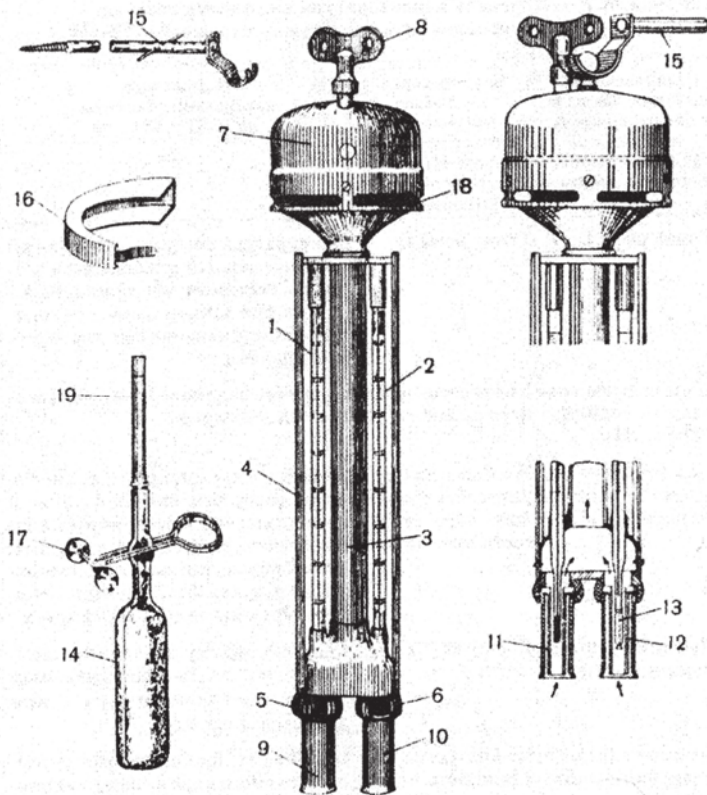


Рис. 2.1. Аспирационный психрометр МВ-4М с пипеткой для смачивания

При определении температуры и влажности воздуха необходимо:

- при температуре воздуха 0°C и выше по истечении 4 мин после завода аспиратора отсчитать показания сухого и смоченного термометров с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$;

- при температуре воздуха ниже 0°C по истечении 30 мин после завода аспиратора вновь его завести, не смачивая батист, и через 4 мин отсчитать показания сухого и смоченного термометров;

- при температуре воздуха ниже 0°C после снятия показаний термометров необходимо определить, в каком состоянии находится вода на батисте – в жидком или замерзшем; для этого следует прикоснуться карандашом к батисту и проследить за показанием смоченного термометра: если на батисте лед, его показания не изменятся, если вода – температура начнет повышаться.

В случае отсутствия на судне штыря, выстрела и в штормовых условиях при измерениях следует психрометр в течение 4 мин после смачивания и завода аспиратора держать горизонтально рукой под аспиратором, располагая резервуары термометров навстречу кажущемуся ветру, после чего сделать отсчеты по термометрам.

Процедура смачивания батиста состоит в следующем:

- наполнить дистиллированной (можно чистой дождевой) водой резиновую грушу пипетки, разжать зажим и, слегка сдавливая грушу, подвести воду в стеклянной трубочке до черты, зажать зажим;

- ввести трубочку пипетки с водой до отказа во внутреннюю трубку правого (смоченного) термометра и продержать в таком положении пипетку 5–10 с (смочить батист), после чего разжать зажим для удаления из трубки лишней воды с батиста;

- вынуть трубочку пипетки из защитной трубки термометра.

Обработка результатов измерений по сухому и смоченному термометрам психрометра МВ-4М сводится к следующему:

- из свидетельств о поверке приборов вводится поправка к отсчетам;

- характеристики влажности воздуха определяются с помощью психрометрических таблиц [13] по исправленным отсчетам указанных термометров.

Исправленные отсчеты сухого и смоченного термометров записывают в журнал КГМ-15, а данные о температуре воздуха, точке росы (или относительной влажности воздуха) включают в синоптическую радиограмму.

В условиях судна не реже 1 раза в месяц проверяют работу аспиратора, для чего необходимо завести вентилятор до отказа и в момент, когда к окошечку подойдет стрелка, нанесенная на барабане аспиратора, включить секундомер. При появлении стрелки в окошечке второй раз выключить секундомер. Полученное число секунд одного оборота вентилятора не должно отличаться от указанного в свидетельстве о поверке более чем на 10 с, в противном случае психрометр должен быть сдан в ремонт по прибытии судна в порт.

На рис. 2.2 приведен фрагмент психрометрических таблиц, которые служат для определения температуры точки росы t_d , упругости водяного пара e , относительной влажности f и дефицита упругости водяного пара d по измеренным значениям температуры воздуха t и температуры смоченного термометра t' .

Все характеристики влажности вычислены для температуры воздуха в пределах от $-20,0$ до $+49,9$ °C через $0,1$ °C для измерений по стационарному психрометру при атмосферном давлении 1000 гПа. Температура воздуха указана над каждой колонкой, которая состоит из пяти граф (t' , t_d , e , f и d).

При определении характеристик влажности по показаниям психрометрических термометров по температуре сухого термометра t находят нужную колонку, а по температуре смоченного термометра t' – строку с соответствующими значениями t_d , e , f и d .

При температуре смоченного термометра t' ниже 0 °C на батисте может наблюдаться лед или переохлажденная вода. В этом случае следует учитывать фазовое состояние испаряющей поверхности смоченного термометра – в психрометрических таблицах выбирают колонку для определения характеристик влажности с надписью «Лед!» или «Вода!» (указано в верхнем углу страницы).

В найденные значения характеристик влажности вносятся поправки на нестандартность атмосферного давления, если атмосферное давление при производстве наблюдений отличалось от стандартного (1000 гПа). Более подробно см. Психрометрические таблицы [13].

Например, при $t=21,6$ °C и $t'=10,9$ °C (исправленные значения по сухому и смоченному термометрам психрометра), $t_d=-4,4$ °C, $e=4,4$ гПа, $f=17\%$ и $d=21,4$ гПа. Это верно при атмосферном давлении 1000 гПа, иначе вводятся поправки на нестандартность давления. Соответствующие таблицы помещены на последних страницах психрометрических таблиц.

t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d
21,5					21,6					21,7					21,8					21,9				
11,3	-2,2	5,2	20	20,4	11,4	-1,9	5,3	21	20,5	11,5	-1,9	5,3	20	20,6	11,6	-1,7	5,4	21	20,7	11,7	-1,4	5,5	21	20,8
11,2	-2,7	5,0	20	20,6	11,3	-2,5	5,1	20	20,7	11,4	-2,2	5,2	20	20,7	11,5	-1,9	5,3	20	20,8	11,6	-1,7	5,4	21	20,9
11,1	-3,3	4,8	19	20,8	11,2	-3,0	4,9	19	20,9	11,3	-2,7	5,0	19	20,9	11,4	-2,5	5,1	20	21,0	11,5	-2,2	5,2	20	21,1
11,0	-3,6	4,7	18	20,9	11,1	-3,3	4,8	19	21,0	11,2	-3,3	4,8	19	21,1	11,3	-3,0	4,9	19	21,2	11,4	-2,7	5,0	19	21,3
10,9	-4,1	4,5	18	21,1	11,0	-3,8	4,6	18	21,2	11,1	-3,6	4,7	18	21,2	11,2	-3,3	4,8	18	21,3	11,3	-3,3	4,8	18	21,5
10,8	-4,7	4,3	17	21,3	10,9	-4,4	4,4	17	21,4	11,0	-4,1	4,5	17	21,4	11,1	-3,8	4,6	18	21,5	11,2	-3,6	4,7	18	21,6
10,7	-5,0	4,2	16	21,4	10,8	-4,7	4,3	17	21,5	10,9	-4,7	4,3	17	21,6	11,0	-4,8	4,4	17	21,7	11,1	-4,4	4,5	17	21,8
10,6	-5,7	4,0	16	21,6	10,7	-5,4	4,1	16	21,7	10,8	-5,0	4,2	16	21,7	10,9	-4,7	4,3	16	21,8	11,0	-4,7	4,3	16	22,2
10,5	-6,4	3,8	15	21,8	10,6	-6,0	3,9	15	21,9	10,7	-5,7	4,0	15	21,9	10,8	-5,4	4,1	16	22,0	10,9	-5,0	4,2	16	22,1
10,4	-6,7	3,7	14	21,9	10,5	-6,4	3,8	15	22,0	10,6	-6,4	3,8	15	22,1	10,7	-6,0	3,9	15	22,2	10,8	-5,7	4,0	16	22,3
10,3	-7,4	3,5	14	22,1	10,4	-7,1	3,6	14	22,2	10,5	-6,7	3,7	14	22,2	10,6	-6,4	3,8	15	22,3	10,7	-6,4	3,8	14	22,5
10,2	-7,8	3,4	13	22,2	10,3	-7,8	3,4	13	22,4	10,4	-7,4	3,5	14	22,4	10,5	-7,1	3,6	14	22,5	10,6	-6,7	3,7	14	22,6
10,1	-8,6	3,2	13	22,4	10,2	-8,2	3,3	13	22,5	10,3	-7,8	3,4	13	22,5	10,4	-7,8	3,4	13	22,7	10,5	-7,4	3,5	13	22,8
10,0	-9,4	3,0	12	22,6	10,1	-9,0	3,1	12	22,7	10,2	-8,6	3,2	12	22,7	10,3	-8,2	3,3	13	22,8	10,4	-7,8	3,4	13	22,9
9,9	-9,8	2,9	11	22,7	10,0	-9,8	2,9	11	22,9	10,1	-9,4	3,0	12	22,9	10,2	-9,0	3,1	12	23,0	10,3	-8,6	3,2	12	23,1
9,8	-10,7	2,7	11	22,9	9,9	-10,3	2,8	11	23,0	10,0	-9,8	2,9	11	23,0	10,1	-9,8	2,9	11	23,2	10,2	-9,4	3,0	11	23,3
9,7	-11,7	2,5	10	23,1	9,8	-11,2	2,6	10	23,2	9,9	-10,7	2,7	10	23,2	10,0	-10,3	2,8	11	23,3	10,1	-9,8	2,9	11	23,4
9,6	-12,2	2,4	9	23,2	9,7	-11,7	2,5	10	23,3	9,8	-11,7	2,5	10	23,4	9,9	-11,2	2,6	10	23,5	10,0	-10,7	2,7	10	23,6
9,5	-13,3	2,2	9	23,4	9,6	-12,7	2,3	9	23,5	9,7	-12,2	2,4	9	23,5	9,8	-11,7	2,5	10	23,6	9,9	-11,7	2,5	10	23,8
9,4	-13,9	2,1	8	23,5	9,5	-13,9	2,1	8	23,7	9,6	-13,3	2,2	8	23,7	9,7	-12,7	2,3	9	23,8	9,8	-12,2	2,4	9	23,9
9,3	-15,1	1,9	7	23,7	9,4	-14,4	2,0	8	23,8	9,5	-13,9	2,1	8	23,8	9,6	-13,9	2,1	8	24,0	9,7	-13,3	2,2	8	24,1
9,2	-15,7	1,8	7	23,8	9,3	-15,7	1,8	7	24,0	9,4	-15,1	1,9	7	24,0	9,5	-14,4	2,0	8	24,1	9,6	-13,9	2,1	8	24,2
9,1	-17,1	1,6	6	24,0	9,2	-16,4	1,7	7	24,1	9,3	-16,4	1,7	7	24,2	9,4	-15,7	1,8	7	24,3	9,5	-15,1	1,9	7	24,4
22,5					22,6					22,7					22,8					22,9				
22,5	22,5	27,2	100	0,0	22,6	22,6	27,4	100	0,0	22,7	22,7	27,6	100	0,0	22,8	22,8	27,7	100	0,0	22,9	22,9	27,9	100	0,0
22,4	22,4	27,0	99	0,2	22,5	22,5	27,2	99	0,2	22,6	22,6	27,3	99	0,3	22,7	22,7	27,5	99	0,2	22,8	22,8	27,7	99	0,2
22,3	22,2	26,8	98	0,4	22,4	22,3	26,9	98	0,5	22,5	22,4	27,1	98	0,5	22,6	22,5	27,2	98	0,5	22,7	22,6	27,4	98	0,5
22,2	22,0	26,5	97	0,7	22,3	22,2	26,7	97	0,7	22,4	22,2	26,8	97	0,8	22,5	22,4	27,0	97	0,7	22,6	22,5	27,2	97	0,7
22,1	21,9	26,3	97	0,9	22,2	22,0	26,4	96	1,0	22,3	22,1	26,6	96	1,0	22,4	22,2	26,8	97	0,9	22,5	22,3	26,9	96	1,0
22,0	21,7	26,0	96	1,2	22,1	21,9	26,2	96	1,2	22,2	21,9	26,3	95	1,3	22,3	22,0	26,5	96	1,2	22,4	22,2	26,7	96	1,2
21,9	21,6	25,8	95	1,4	22,0	21,7	25,9	95	1,5	22,1	21,8	26,1	95	1,5	22,2	21,9	26,3	95	1,4	22,3	22,0	26,4	95	1,5
21,8	21,4	25,5	94	1,7	21,9	21,5	25,7	94	1,7	22,0	21,7	25,9	94	1,7	22,1	21,7	26,0	94	1,7	22,2	21,9	26,2	94	1,7
21,7	21,3	25,3	93	1,9	21,8	21,4	25,5	93	1,9	21,9	21,5	25,6	93	2,0	22,0	21,6	25,8	93	1,9	22,1	21,7	25,9	93	2,0
21,6	21,2	25,1	92	2,1	21,7	21,2	25,3	92	2,2	21,8	21,4	25,4	92	2,2	21,9	21,4	25,5	92	2,2	22,0	21,5	25,7	92	2,2
21,5	21,0	24,8	91	2,4	21,6	21,1	25,0	91	2,4	21,7	21,2	25,1	91	2,5	21,8	21,3	25,3	91	2,4	21,9	21,4	25,5	91	2,4
21,4	20,8	24,6	90	2,6	21,5	20,9	24,7	90	2,7	21,6	21,0	24,9	90	2,7	21,7	21,2	25,1	91	2,6	21,8	21,2	25,2	90	2,7
21,3	20,6	24,3	89	2,9	21,4	20,8	24,5	89	2,9	21,5	20,9	24,7	89	2,9	21,6	21,0	24,8	90	2,9	21,7	21,1	25,0	90	2,9
21,2	20,5	24,1	89	3,1	21,3	20,7	24,3	89	3,1	21,4	20,7	24,4	88	3,2	21,5	20,8	24,6	89	3,1	21,6	20,9	24,7	89	3,2
21,1	20,4	23,9	88	3,3	21,2	20,4	24,0	88	3,4	21,3	20,6	24,2	88	3,4	21,4	20,6	24,3	88	3,4	21,5	20,8	24,5	88	3,4
21,0	20,2	23,6	87	3,6	21,1	20,3	23,8	87	3,6	21,2	20,4	23,9	87	3,7	21,3	20,5	24,1	87	3,6	21,4	20,6	24,3	87	3,6
20,9	20,0	23,4	86	3,8	21,0	20,2	23,6	86	3,8	21,1	20,2	23,7	86	3,9	21,2	20,4	23,9	86	3,8	21,3	20,4	24,0	86	3,9
20,8	19,9	23,2	85	4,0	20,9	20,0	23,3	85	4,1	21,0	20,1	23,5	85	4,1	21,1	20,2	23,6	85	4,1	21,2	20,3	23,8	85	4,1
20,7	19,7	22,9	84	4,3	20,8	19,8	23,1	84	4,3	20,9	19,9	23,2	84	4,4	21,0	20,0	23,4	84	4,3	21,1	20,1	23,5	84	4,4
20,6	19,5	22,7	83	4,5	20,7	19,7	22,9	84	4,5	20,8	19,7	23,0	83	4,6	20,9	19,9	23,2	84	4,5	21,0	20,0	23,3	84	4,6
20,5	19,4	22,5	83	4,7	20,6	19,5	22,6	83	4,8	20,7	19,6	22,8	83	4,8	20,8	19,7	22,9	83	4,8	20,9	19,8	23,1	83	4,8
20,4	19,2	22,2	82	5,0	20,5	19,3	22,4	82	5,0	20,6	19,4	22,5	82	5,1	20,7	19,5	22,7	82	5,0	20,8	19,6	22,8	82	5,1
20,3	19,0	22,0	81	5,2	20,4	19,2	22,2	81	5,2	20,5	19,2	22,3	81	5,3	20,6	19,4	22,5	81	5,2	20,7	19,5	22,6	81	5,3
20,2	18,9	21,8	80	5,4	20,3	19,0	21,9	80	5,5	20,4	19,1	22,1	80	5,5	20,5	19,2	22,2	80	5,5	20,6	19,3	22,4	80	5,5
20,1	18,7	21,6	79	5,6	20,2	18,8	21,7	79	5,7	20,3	19,0	21,9	79	5,7	20,4	19,0	22,0	79	5,7	20,5	19,2	22,2	80	5,7
20,0	18,5	21,3	78	5,9	20,1	18,7	21,5	78	5,9	20,2	18,7	21,6	78	6,0	20,3	18,9	21,8	79	5,9	20,4	19,0	21,9	79	6,0
19,9	18,4	21,1	78	6,1	20,0	18,6	21,3	78	6,1	20,1	18,6	21,4	78	6,2	20,2	18,7	21,5	78	6,2	20,3	18,8	21,7	78	6,2
19,8	18,2	20,9	77	6,3	19,9	18,3	21,0	77	6,4	20,0	18,4	21,2	77	6,4	20,1	18,5	21,3	77	6,4	20,2	18,7	21,5	77	6,4
19,7	18,1	20,7	76	6,5	19,8	18,1	20,8	76	6,6	19,9	18,3	21,0	76	6,6	20,0	18,4	21,1	76	6,6	20,1	18,4	21,2	76	6,7
19,6	17,8	20,4	75	6,8	19,7	18,0	20,6	75	6,8	19,8	18,1	20,7	75	6,9	19,9	18,2	20,9	75	6,8	20,0	18,3	21,0	75	6,9

4.5. Передача гидрометеорологической информации

Обработанные результаты измерений включаются в синоптическую радиограмму, предварительно кодируются согласно коду КН-01с (прил. 1).

В 1-й раздел синоптической телеграммы входят группы с температурой воздуха и точкой росы:

1s_nTTT: s_n – знак температуры воздуха, TTT – температура воздуха;

2s_nT_dT_dT_d: s_n – знак температуры точки росы, T_dT_dT_d – температура точки росы;

Во 2-й раздел входит группа с температурой поверхностного слоя воды:

0s_nT_wT_wT_w: s_n – знак, T_wT_wT_w – температура воды морской поверхности.

S_n=0 при положительной температуре и 0 °С;

S_n=1 при отрицательной температуре.

Температура во всех приведенных выше группах кодируется тремя цифрами с точностью до десятых долей градуса Цельсия. Группы имеют отличительные цифры.

Например: температуры воздуха 10 °С будет закодирована как 10100;

температура точки росы -1,4 °С будет закодирована как 21014;

температура воды морской поверхности 2,3 °С будет закодирована как 00023.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Изучить тему «Наблюдения за температурой и влажностью воздуха и температурой поверхностного слоя воды», составить краткую записку, включающую разделы: характеристики влажности, единицы их измерения, устройство приборов.

5.2. Изучить устройство приборов для измерения температуры и влажности.

5.3. Для определения температуры и влажности воздуха снять показания термометров аспирационного психрометра, ввести поправки из поверочного свидетельства. Составить группы кода КН-01 с температурой воздуха и воды, используя данные таблицы.

5.4. Научиться пользоваться психрометрическими таблицами. Определить все возможные характеристики влажности, используя

показания сухого и смоченного термометров аспирационного психрометра и значение атмосферного давления (таблица). Составить группу синоптической радиогаммы с точкой росы.

5.5. Расшифровать группы с температурами воздуха и воды и точкой росы в синоптических телеграммах и на карте погоды (прил. 1, 2).

**Данные об атмосферном давлении в срок наблюдения
(для введения поправки на нестандартность давления)
и температуре воды**

№ варианта	Атмосферное давление в срок наблюдения, гПа	Температура воды, °С
1	1010,3	7,2
2	1005,8	5,6
3	1025,0	15,9
4	988,8	-0,2
5	990,2	0,8
6	1012,7	2,0
7	1017,0	25,0
8	1009,5	10,4
9	1007,5	7,0
10	985,3	-1,1

Вопросы для самопроверки

1. Какие характеристики влажности вы знаете? Назовите единицы их измерения.

2. Опишите устройство приборов для измерения влажности.

3. Техника наблюдений за температурой воды.

4. Что такое точка росы? Может ли ее значение быть выше температуры окружающего воздуха?

5. Каков суточный ход температуры воздуха и воды? Как меняются относительные и абсолютные характеристики влажности в течение суток?

6. Какие единицы измерения температуры воздуха существуют в международной практике? Сравните шкалы этих систем.

Лабораторная работа 3

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОБЛАКАМИ, АТМОСФЕРНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТЬЮ ВИДИМОСТИ

1. Цель работы

Закрепить знания по разделу «Гидрометеорологические наблюдения за облаками, атмосферными явлениями и метеорологической дальностью видимости», получить практические навыки производства наблюдений за данными элементами погоды.

2. Задания

2.1. Изучить тему «Наблюдения за облаками, атмосферными явлениями и метеорологической дальностью видимости», составить краткую записку.

2.2. Составить группы кода КН-01с о состоянии облачности, атмосферных явлениях и метеорологической дальности видимости: 1) в соответствии со своим вариантом; 2) в соответствии с текущими погодными условиями.

2.3. Определить тип облаков, их количество (общее и нижнего яруса), нижнюю границу облаков, определить наличие и вид явлений, метеорологическую дальность видимости в радиogramмах и на картах погоды.

Учебное время: 4 ч.

3. Материалы

Атлас облаков [1].

4. Теоретическая часть

4.1. Облака

Облака представляют собой системы взвешенных в атмосфере частиц воды в жидко-капельном и/или твердом (кристаллическом) состоянии, которые являются продуктами конденсации и/или сублимации водяного пара.

Состояние погоды в значительной степени характеризуется облачностью. С облаками связано появление осадков, гроз, шквалов, туманов, часто представляющих опасность для судоходства. Облачный покров днем уменьшает приток солнечного тепла и све-

та, а ночью резко ослабляет охлаждение земной поверхности. Тем самым облака сильно влияют на изменение температуры, в частности, на ее суточный ход, препятствуют возникновению заморозков и туманов, ослабляют дневной прогрев.

Облачность имеет важное значение для мореплавателей. Так, если облаков мало или их нет совсем, то можно определить место судна астрономическим путем, определить поправку компаса по светилам. При пасмурном небе эти возможности отпадают; кроме того, уменьшается освещенность, а следовательно, и видимость, особенно в сумерки и ночью. Различные формы облаков служат важными местными признаками предсказания погоды.

Облака образуются, когда конденсация или сублимация водяного пара происходит на некоторой высоте над земной поверхностью. Облака имеют много общего с туманами, но отличаются от них тем, что располагаются на некоторой высоте и имеют разнообразные внешние формы. Образование облаков происходит главным образом в результате адиабатического охлаждения поднимающегося влажного воздуха; понижение температуры может произойти также вследствие излучения и турбулентного перемешивания.

Отдельные облака существуют подчас очень короткое время, иногда 10–15 мин. Это значит, что возникшие капли, из которых состоит облако, очень быстро испаряются. Даже когда облако наблюдается продолжительное время, это не означает, что оно состоит из одних и тех же частичек; конденсация и испарение происходят непрерывно, непрерывно в облаке происходит и переход водяного пара в различные агрегатные состояния.

Наиболее общей классификацией облаков является их деление на внутримассовые и фронтальные. *Внутримассовые* облака являются результатом процессов, происходящих в одной воздушной массе, *фронтальные* развиваются в результате движения воздуха на поверхностях раздела воздушных масс различных происхождения и свойств.

Облака классифицируются, кроме того, по генетическим признакам, т.е. по характеру процессов образования (происхождения). Согласно этой классификации все виды облаков разделяют на кучевообразные (конвективные), волнистообразные и слоистообразные.

К кучевообразным облакам (конвективным) относятся кучевые и кучево-дождевые облака. Эти облака сильно развиты по вертикали и имеют, как правило, небольшую горизонтальную протяженность (по сравнению со слоистообразными).

Кучевообразные облака развиваются главным образом при неустойчивой стратификации атмосферы и возникновении зон с упорядоченными восходящими движениями воздуха (такие зоны называются зонами конвекции). Стратификация атмосферы – характеристика изменения температуры воздуха с высотой; в частности, неустойчивая стратификация характеризуется падением температуры воздуха в тропосфере на 1°C и более при подъеме на 100 м при стандартном атмосферном давлении (около 1000 гПа).

Над островами конвективные облака развиваются преимущественно в теплое время года днем, когда для нагревания нижнего слоя воздуха создаются наиболее благоприятные условия. Над морем такие облака образуются обычно в ночное время, в результате ночного радиационного выхолаживания верхней части слоя влажного воздуха, расположенного над сравнительно теплой водной поверхностью. Кроме того, эти облака образуются в любое время года, над морем и сушей, когда холодный воздух быстро подтекает под теплый и последний поднимается вверх (характерно для быстро смещающихся холодных фронтов), а также при вынужденном подъеме воздуха по горному склону.

При конвекции сначала подъем массы ненасыщенного воздуха идет по сухадиабатическому закону. На уровне конденсации воздух достигает состояния насыщения и дальше поднимается по влажно-адиабатическому закону. Благодаря понижению температуры происходит конденсация водяного пара и образование облачности. Воздух будет подниматься до тех пор, пока его температура не сравняется с температурой окружающего воздуха. Это произойдет на уровне конвекции. Если восходящие потоки встречают на своем пути задерживающий слой (слой инверсии температуры или слой с малым вертикальным градиентом температуры), то развитие облака вверх прекращается, и его вершина делается плоской.

Характерной особенностью образования кучевообразных облаков над морем является то, что они возникают отдельными полосами, между которыми находятся значительные пространства чистого неба.

Если уровень нулевой изотермы проходит через облако, то в нем не существует резкой границы между жидкими и твердыми частицами, а наблюдаются мощные переходные слои, в которых одновременно присутствуют переохлажденные капли и ледяные кристаллы.

С кучевыми облаками связана сильная турбулентность. Скорость чередующихся здесь восходящих и нисходящих струй в отдельных случаях может достигать 35 м/с и более.

К волнистообразным облакам относятся слоисто-кучевые, высококучевые и перисто-кучевые облака. Эти облака образуются, когда в воздухе на некоторой высоте располагаются два слоя, имеющих разную температуру, влажность и плотность. Если эти два слоя перемещаются один над другим, то на границе между ними возникают волны с большой длиной и амплитудой. В результате образуются облака, располагающиеся полосами, грядами или валами, между которыми бывают видны менее плотные части облака или просветы голубого неба. Охлаждение воздуха при подъеме в зоне гребней воздушных волн способствует конденсации пара, вследствие чего облака делаются более плотными. Наоборот, в зоне ложбин воздушной волны воздух опускается, что приводит к его нагреванию, поэтому облачные частицы испаряются и облака редеют, в облачном покрове появляются более светлые части и даже просветы голубого неба.

К слоистообразным облакам относятся перисто-слоистые, высокослоистые, слоистые и слоисто-дождевые облака. Эти облака образуются, когда теплый воздух поднимается вверх по клину холодного воздуха, а также при медленном подтекании холодного воздуха под теплый (такая ситуация характерна для теплых фронтов и медленно смещающихся холодных фронтов соответственно). При подъеме теплого воздуха он адиабатически охлаждается, что приводит к конденсации содержащегося в нем водяного пара.

Международная классификация облаков. Формы облаков в тропосфере очень разнообразны. При метеорологических наблюдениях во всех странах используется разработанная международной комиссией морфологическая классификация, в основе которой лежат следующие признаки: внешний вид, строение, протяженность, мощность, высота расположения над уровнем моря (подстилающей поверхностью) и т.д. Эта классификация включает 10 основных форм (родов) облаков, и судоводитель должен уметь различать их (табл. 3.1).

В этих основных формах различают значительное число видов, разновидностей и дополнительных особенностей, различают также промежуточные формы. Указанные пределы высот нижней границы облаков по ярусам следует рассматривать как наиболее часто встречающиеся, так как фактические высоты облаков существенно изменяются в зависимости от климатической зоны, времени года и подстилающей поверхности.

Следует иметь в виду, что нижние основания облаков над океанами располагаются ниже, чем над сушей. Так, основание внутримассовых кучевых облаков может находиться на высоте 0,4–0,6

км. Это объясняется большим влагосодержанием и большими вертикальными градиентами температуры воздуха (падением температуры воздуха с высотой), что обуславливает расположение уровня конденсации на меньших высотах, чем над сушей. На всех широтах летом облака верхнего яруса и вершины облаков конвективного (кучевого) типа могут встречаться выше, чем зимой, вследствие того, что тропопауза летом находится выше и перенос водяного пара возможен до больших высот. Так как в тропиках тропопауза находится на больших высотах, чем в средних и полярных широтах, то облака здесь могут простираться до высот 15–16 км и выше.

В зависимости от высоты нижней границы облаков (Н) их относят к верхнему, среднему или нижнему ярусу. Особо выделяют облака вертикального развития – отдельные облачные массы, значительно простирающиеся по вертикали; их основание обычно находится в нижнем ярусе, а вершина – в среднем или верхнем ярусе.

Важной характеристикой облаков являются выпадающие из них осадки. Некоторые формы облаков всегда или почти всегда дают осадки, другие облака либо совсем не дают осадков, либо их осадки достигают земной поверхности лишь в исключительных случаях. Иногда осадки бывают очень слабыми, но их выпадение заметно по полосам под основанием облаков. Однако сам факт выпадения осадков, а также их вид (ливневые, обложные или моросящие) и интенсивность служат хорошим признаком для определения формы облаков.

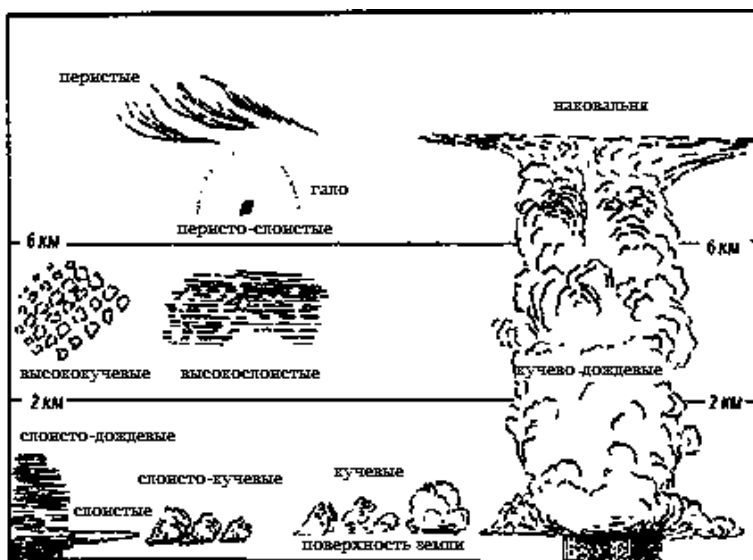
Таблица 3.1

Формы облаков по международной классификации

Русское название	Латинское название	Латинское сокращение	Транскрипция
1	2	3	4
Верхний ярус ($H > 6$ км)			
Перистые	Cirrus	Ci	Циррус
Перисто-слоистые	Cirrostratus	Cs	Цирростратус
Перисто-кучевые	Cirrocumulus	Cc	Циррокумулус
Средний ярус ($2 < H < 6$ км)			
Высокослоистые	Altostratus	As	Альтостратус
Высококучевые	Alto cumulus	Ac	Альтокумулус
Нижний ярус ($H < 2$ км)			
Слоистые	Stratus	St	Стратус
Слоисто-кучевые	Stratocumulus	Sc	Стратокумулус
Слоисто-дождевые	Nimbostratus	Ns	Нимбостратус

1	2	3	4
Облака вертикального развития			
Кучевые	Cumulus	Cu	Кумулос
Кучево-дождевые	Cumulonimbus	Cb	Кумулониimbus

На рисунке показаны основные виды облаков. Перистые облака преимущественно состоят из ледяных кристаллов (так называемые ледяные облака). Поскольку кристаллы льда образуются довольно медленно, форма перистых облаков дает возможность различать вертикальные градиенты ветра, существующие на этой высоте. Перистые облака с характерными резко загнутыми краями указывают на очень сильные вертикальные сдвиги ветра. Перисто-слоистые облака отличаются от высококучевых облаков смешанного строения волнистым краем, а также возможным появлением гало вокруг солнца или луны, которое можно увидеть сквозь тонкий слой перисто-слоистых облаков (результат рефракции света на кристаллах льда). Водяные облака обладают резко очерченными краями.



Типы облаков и высота, на которой они развиваются

Слоистые облака образуются на сравнительно небольшой высоте; обычно их основание находится ниже двух километров. Если слоистые облака образуют мощный слой и из них непрерывно идет дождь, их называют слоисто-дождевыми.

Слоисто-кучевые и высококучевые облака отличаются главным образом по высоте, на которой находятся их основания; слоисто-кучевые облака обычно более мощные, и между отдельными облаками, как правило, остается меньше чистого пространства, чем у высококучевых. Они могут образовываться, соответственно, из слоистых и высокослоистых в результате турбулентного или конвективного перемешивания.

Кучево-дождевые облака характеризуются большой вертикальной мощностью. Заметной мощности могут иногда достигать и кучевые облака. Оба эти рода облаков относятся к водяным облакам нижнего яруса, но верхняя часть кучево-дождевого облака, из которого выпадают сильные дожди, состоит из ледяных кристаллов. Международный атлас облаков включает также род перисто-кучевых облаков, однако эти облака – водяные, в то время как все перистые облака являются ледяными. Поэтому некоторые авторы предпочитают опускать этот род облаков и относить их к одному из перечисленных ранее типов: перистых, перисто-слоистых или высококучевых. Более подробную классификацию облаков, их описание и фотографии можно найти в Атласе облаков [1].

Различные процессы в атмосфере приводят к формированию облаков различных типов. Устойчивый подъем воздуха на большой площади, обусловленный орографическим эффектом или фронтальным подъемом, приводит к формированию на соответствующих высотах слоистых облаков. Конвекция вызывает образование кучевых или кучево-дождевых облаков. В результате турбулентного перемешивания могут образовываться слоистые или (чаще) слоисто-кучевые облака в том случае, если процесс турбулентности захватил поверхностный слой, или же высококучевые облака, если они образовались на большой высоте, например, в результате значительного изменения скорости ветра на высоте.

Суточный и годовой ход облачности различен для разных видов облаков. Суточному и годовому изменению подвержено не только количество облаков, но также их форма и высота.

Над материками в неустойчиво стратифицированной воздушной массе (вертикальный градиент температуры γ превышает

1 °C/100 м) максимум кучевообразных облаков наблюдается в послеполуденные часы, а над морем – в предутренние. В устойчиво стратифицированной воздушной массе (вертикальный градиент температуры γ меньше 1 °C/100 м) как над сушей, так и над морем максимум слоистой облачности приходится на утренние часы.

Годовой ход облачности отличается большим разнообразием в зависимости от климатической зоны и подстилающей поверхности. Над океаном в высоких широтах максимум облачности наблюдается летом, минимум – зимой. Объясняется это тем, что относительно теплый воздух летом, двигаясь над более холодной подстилающей поверхностью океана, охлаждается, что приводит к образованию адвективных туманов и слоистых облаков St. Экстремальные среднегодовые значения облачности в Северном полушарии характеризуются следующими величинами: Белое море – 8,8 балла, Египет (Ассуан) – 0,5 балла.

При наблюдениях за облачностью судоводитель должен определить общее количество облаков и отдельно количество облаков нижнего яруса в баллах, форму облаков во всех ярусах и высоту их нижней границы. Эти наблюдения производятся визуально. Описание отдельных видов облаков приводится в Наставлении гидрометеорологическим станциям и постам [12] и в Атласах облаков [1]. Для судоводителей издан специальный «Сокращенный атлас облаков для судовых гидрометеорологических наблюдений».

Для успешного использования Атласа облаков необходимо иметь определенные навыки, которые достигаются путем систематических сличений наблюдаемых форм облаков с их фотографиями в Атласе и изучением описаний облаков, сопровождающих приводимые фотографии.

Определение количества облаков

Количество облаков (облачности) – степень покрытия небосвода облаками. Оценивается по 10-балльной шкале: одна десятая часть небосвода, покрытая облаками, соответствует 1 баллу, две десятые – 2 баллам и т.д. Количество облаков оценивается с точностью до 1 балла.

В срок наблюдений определяется общее (суммарное) количество облаков всех ярусов, наблюдаемых на небосводе (балл общей облачности N). Отдельно наблюдается общее количество слоистых, слоисто-кучевых, кучевых и кучево-дождевых облаков, т.е. облаков, нижняя граница которых располагается ниже 2 км, а при их

отсутствии оценивается количество высококучевых, высокослоистых, слоисто-дождевых облаков, т.е. облаков, располагающихся в среднем ярусе, на высоте 2–6 км (балл N_h).

При определении количества облаков необходимо учитывать следующее:

- при полном отсутствии облаков их количество принимается равным нулю;

- если небосвод полностью покрыт облаками, но имеются отдельные просветы чистого неба, в сумме составляющие менее 1 балла, количество облаков принимается равным 9 баллам;

- суммированию не подлежат просветы, входящие в структуру облачных форм; имеется в виду суммирование просветов перистых, перисто-кучевых, иногда высококучевых облаков. Это означает, что если облака перечисленных форм занимают весь небосвод, то независимо от наличия просветов между их облачными элементами количество облаков принимается равным 10 баллам;

- при определении количества облаков следует учитывать и конденсационные следы от самолетов, которые со временем приняли устойчивые очертания облачных форм;

- если небосвод не виден из-за тумана, дымки, мглы или других явлений, количество облаков не определяется.

Определение высоты нижней границы облаков

Высота нижней границы облаков – высота расположения нижней кромки облаков над уровнем подстилающей поверхности (над уровнем моря); выражается в метрах или километрах.

Высота нижней границы облаков на судовых гидрометеорологических станциях определяется визуально для облаков, расположенных ниже 2500 м над уровнем моря, и когда их количество более 0,5 балла. Нижняя граница облаков чаще бывает неровной. Во всех случаях определяется высота самых низких частей оснований облаков.

Высота нижней границы облаков оценивается с точностью до 100 м при высоте нижней границы более 1000 м и с точностью до 50 м при высоте нижней границы 1000 м и менее. Если облака настолько близки к поверхности моря, что почти касаются мачт, следует считать, что их нижняя граница – на высоте менее 50 м.

При наличии сплошного непросвечивающего тумана высота нижней границы облаков не определяется. При наличии просвечивающего тумана, дымки или мглы, когда можно оценить количество облаков, определяется и высота их нижней границы.

Определение форм облаков

Определение форм облаков производится для всех облаков, имеющихся на небосводе, когда их количество составляет 0,5 балла и более.

Определять форму облаков следует также и при наличии устойчивых следов конденсации от самолета, принимающих четкие очертания облачных форм среднего или верхнего ярусов. Поэтому, если устойчивых следов конденсации не менее 0,5 балла, определяют их форму, принимая за те облака, на которые они похожи по внешнему виду (чаще это могут быть Ас или Сс).

Для облаков, находящихся вблизи горизонта (на 5–10° выше его уровня), форма не определяется, если их очертания выражены не четко.

Определение формы облаков следует начинать с той облачности, которая занимает наибольшую часть небосвода, затем следует переходить к определению других форм в порядке убывания их количества, принимая во внимание не только внешний вид облаков и сходство их с одной из фотографий Атласа облаков, но и учитывая такие дополнительные признаки, как:

- происхождение облаков или их развитие из облаков других форм;
- световые (оптические) явления, наблюдаемые в облаках различных форм (гало, венцы вокруг солнца и луны, иризация на краях облаков), и степень прозрачности облаков;
- вид осадков, если таковые наблюдаются, и характер их выпадения.

Как правило:

- гало наблюдается в высоких ледяных облаках (Cs) и представляет собой светлый окрашенный круг или его части в виде дуг, вертикальных столбов (одного или двух), световых пятен вокруг солнца, луны; возникает за счет преломления и отражения света в ледяных кристаллах (табл. 19 в Атласе облаков);

- венцы чаще наблюдаются при тонких высококучевых облаках и представляют оптическое явление в виде светлого ореола, примыкающего к диску светила, с чередованием спектральных цветов от внутреннего голубого до внешнего красного, окруженного двумя или даже тремя радужными кольцами с указанным чередованием цветов;

- иризация (появление радужной окраски за счет дифракции света) отмечается чаще на краях тонких высококучевых облаков.

Очень важно при определении формы облаков следить за их изменением во времени, так как одни и те же формы облаков в зависимости от их происхождения кодируются по-разному. Так, облака Sc, образовавшиеся из кучевых и кучево-дождевых облаков, кодируются одной цифрой кода, а иного происхождения – другой (согласно действующему коду КН-01с).

Для того чтобы достаточно надежно производить наблюдения за количеством, формами облаков и высотой их нижней границы в темное время суток, необходимо следить за всеми изменениями облачности, особенно после захода солнца, учитывая, что одни и те же формы облаков в светлое и темное время суток выглядят неодинаково.

При наблюдениях можно воспользоваться следующими рекомендациями:

- если перед заходом солнца определено, что характер облачности устойчив (это, как правило, облака слоистых форм: Cs, As, Ns, Sc) и при этом отмечается устойчивая погода (без осадков или наблюдается обложной дождь, снег), атмосферное давление не изменяется, то определенные перед наступлением темноты характеристики облаков следует отнести на ближайший срок наблюдения после захода солнца;

- если перед заходом солнца были осадки, но к сроку наблюдений они прекратились или стали менее интенсивными, это означает что облака рассеялись или перешли в другую форму, в этом случае возможно уменьшение их количества (что можно выявить по обнаружению на небосводе звезд, луны) и увеличение высоты их нижней границы;

- если наблюдалась неустойчивая погода (облака Cc, As, Ci, Cb), необходимо более тщательно следить за состоянием облачного покрова и развитием атмосферных процессов перед наступлением темноты.

Определение количества облаков в темную часть суток надо производить, руководствуясь видимостью звезд, луны, т.е. считая покрытыми облаками те части небосвода, где звезд не видно. Однако при этом надо иметь в виду, что существуют тонкие облака (Ci, Cs и др.), сквозь которые звезды хорошо просвечивают, поэтому их наличие или отсутствие на небосводе можно зафиксировать перед заходом солнца.

В очень темные ночи характеристики облаков не определяются.

Обработка визуальных оценок параметров облачности (количества облаков, их формы и высоты нижней границы) сводится к их кодированию, включению в синоптическую радиограмму в соответствии с требованиями действующего кода КН-01с и записи в закодированном виде в журнал КГМ-15 в соответствии с требованиями правил по его заполнению. В частности, составляется группа синоптического кода $8N_h C_L C_M C_h$, где 8 – отличительная цифра, N_h – количество облаков C_L (при их отсутствии – облаков C_M), табл. П1.6; C_L – форма облаков нижнего яруса: кучевые, кучево-дождевые, слоисто-кучевые и слоистые; C_M – форма облаков среднего яруса: высокослоистые, высококучевые или слоисто-дождевые; C_h – форма облаков верхнего яруса: перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые, табл. П1.10. Кроме этого, общее количество облаков N кодируется в группе **Nddff**, а нижняя граница облаков h кодируется в группе **irix hVV** (более подробно в прил. 1).

4.2. Атмосферные явления

В практике метеорологических наблюдений атмосферные явления – это качественные изменения погоды. К атмосферным явлениям относят различные виды осадков, в том числе осадки, выпадающие на предметах, явления, ухудшающие видимость, электрические и оптические явления, ряд редких сложных явлений: шквал, смерч.

Осадки, выпадающие из облаков

Образование осадков почти всегда связано с восходящим движением воздуха. Так как облако состоит из очень мелких частичек с ничтожной скоростью падения, то они не только не выпадают из облака, но поднимаются вверх вместе с воздухом. Одно из условий выпадения осадков заключается в том, что скорость падения облачных частичек должна быть больше, чем скорость вертикального подъема воздуха. Следовательно, для образования осадков капли должны увеличиться до определенных размеров.

Чтобы выпасть на землю, дождевые капли должны пройти путь от облака до земной поверхности, а так как влажность в нижних слоях воздуха обычно недостаточна для насыщения, то падающие капли могут по пути испариться, причем испарение тем больше, чем меньше размер капли. Расчеты показывают, что путь, проходимый каплей до испарения, возрастает примерно пропорционально радиусу капли в четвертой степени. Так, при относитель-

ной влажности воздуха 90 % для капли с радиусом 1 мкм это расстояние составляет всего 1–2 см, с радиусом капли 100 мкм оно увеличивается до 15 см, и только капли с радиусом 1 мм могут пройти путь больше 1 км. Виды осадков, выпадающих из различных форм облаков, и характер их проявления, представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Виды осадков, выпадающих из различных форм облаков, и характер их проявления (извлечение из Атласа облаков, 1978)

Формы облаков	Жидкие осадки		Твердые осадки	
	Вид	Характер проявления	Вид	Характер проявления
1	2	3	4	5
Перисто-слоистые (Cs)	—	—	Слабый снег, ледяные иглы, мелкие ледяные кристаллы	Возможны при очень низких температурах воздуха (преимущественно в арктических районах)
Высоко-слоистые (As)	Дождь	Небольшой интенсивности, непрерывный или с перерывами. В средних и низких широтах дождь из As, как правило, не достигает поверхности моря вследствие испарения	Снег	Небольшой интенсивности, непрерывный или с перерывами
Высококучевые (Ac)	Дождь	Кратковременный или в виде отдельных капель; могут наблюдаться полосы падения	Снег	В виде отдельных снежинок; могут наблюдаться полосы падения, не достигающие поверхности моря
Слоисто-дождевые (Ns)	Обложной дождь, ледяной дождь	Непрерывный или с перерывами; продолжительный или кратковременный; очень редко в виде ледяного дождя	Обложной снег	Непрерывный или с перерывами; продолжительный или кратковременный

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5
Слоистые (St)	Морось	Может быть отдельно или вместе с дождем; в последнем случае морось выпадает из St, а дождь – из вышерасположенных Ns	Мелкий снег, мелкие снежные зерна	Очень мелкий снег, очень мелкие снежные зерна, сильно ухудшающие видимость
Туманы	Морось	Очень мелкие капли, практически невидимые глазом	–	–
Слоисто-кучевые (Sc)	Дождь	Кратковременный, как правило, из плотных Sc	Редкий снег	Выпадает из плотных Sc (иногда из Sc просветивающих) в течение непродолжительного времени
Кучевые (Cu)	Дождь	Редко, иногда в виде отдельных капель или очень кратковременный, иногда за время выпадения дождя облако рассеивается, создавая впечатление дождя из «чистого» неба	–	–
	Ливневой дождь	В основном в тропических районах		
Кучево-дождевые (Cb)	Ливневой дождь, град, ливневой дождь с градом	Как правило, крупнокапельный, разной интенсивности, иногда в виде стены дождя. Над морем часто наблюдается вдали от судна в виде полос падения, достигающих поверхности моря, часто вместе с грозой	Ливневой снег, снежные зерна. Ливневой снег с дождем, мокрый снег. Ледяная, снежная крупа	Переменной интенсивности, иногда в виде «мощных» снежных зарядов

Основными процессами, определяющими рост и укрупнение частиц в облаках, являются их коагуляция (слияние) и конденсация или сублимация на них водяного пара. Эти процессы в различных облаках протекают по-разному и зависят от широты (температурных условий), водности и микрофизического строения облака.

Наблюдения, проведенные в облаках, показывают, что хотя большинство капель очень малы (радиус 10–12 мкм), среди них всегда есть относительно «крупные», имеющие в диаметре несколько сотен микрон. По-видимому, они образуются на крупных гигроскопических ядрах. Такие капли растут в результате столкновений с более мелкими. Если облако имеет большую вертикальную мощность и характеризуется высокой водностью, как, например, мощные кучево-дождевые облака в тропиках, то крупные капли становятся настолько тяжелыми, что уже не могут удержаться восходящими токами. Они начинают падать вниз, еще более вырастают за счет дальнейших столкновений и, наконец, выпадают из облака. Некоторые капли достигают критических размеров (до 7 мм в диаметре), становятся неустойчивыми и распадаются. Так начинается «цепная реакция», результатом которой является выпадение сильного ливня.

В тропической зоне, где нижняя часть облаков находится в области высоких положительных температур, происходит и другой процесс, приводящий к росту капель. Так как в облаке существуют восходящие и нисходящие движения, то капли, пришедшие сверху, оказываются на данном уровне холоднее капель, пришедших на тот же уровень снизу. Упругость насыщения над поверхностью более теплой капли больше, чем над поверхностью холодной (при одном и том же радиусе капель). Благодаря этому начинается перегонка пара с теплой капли на холодную, причем тем интенсивнее, чем выше температура окружающего воздуха. В средних широтах, где облака находятся в области низких температур, этот эффект не имеет существенного значения.

Обильные осадки в средних и полярных широтах образуются иначе. Выпадают они из слоисто-дождевых и кучево-дождевых облаков, в которых одновременно находятся переохлажденные капли и кристаллы. Так как упругость насыщения над каплями и ледяными кристаллами различна, то для капель воздух будет ненасыщенным, а для кристаллов – перенасыщенным. В этом случае капли будут испаряться, а кристаллы расти.

Укрупнившиеся кристаллы начинают выпадать обычно из верхней части облака. По пути они укрупняются путем сублимации или при столкновении с переохлажденными каплями, которые намерзают на них. Таким образом, в нижней части облака появляются крупные кристаллы. Если в нижней части облака или под ним температура выше нуля, кристаллы тают, превращаясь в капли, которые и выпадают из облака в виде дождя. При дальнейшем падении капли различных размеров при столкновении могут коагулировать. Если температура в нижней части облака и под ним отрицательная до самой земной поверхности, осадки выпадают в виде снега или крупы. Более сложные условия имеют место, если осадки выпадают в виде града.

Рост дождевых капель в облаках – это только одно из необходимых условий выпадения осадков. Другим, не менее существенным и решающим фактором является приток влаги к облаку. Осадки, выпадающие из облака, уносят из него влагу, и запас воды в нем уменьшается. Исследования показывают, что количество осадков в 10–20 раз больше, чем запас воды в облаке. Из этого следует, что облако представляет собой своеобразный генератор осадков, к которому в процессе их выпадения притекает водяной пар.

Наблюдение за осадками заключается в определении их количества, интенсивности, типа и вида. Для измерения количества осадков на суше применяют специальные приборы – дождемеры. В судовых условиях за осадками ведут визуальные наблюдения и определяют их интенсивность на глаз, выделяя три градации: слабые, умеренные и сильные.

Зоны осадков в виде дождя, снега или града хорошо изображаются на экранах судовых радиолокаторов. В практике судовогождения эхо-сигналы от метеорологических целей (ливень, град, снег и т.п.) мешают наблюдению за полезными сигналами от береговой черты, встречных судов и т.п. Вместе с тем их радиолокационные изображения в ряде случаев могут дать судоводителю ценную информацию о состоянии погоды.

Эхо-сигналы от дождя при слабых и умеренных осадках имеют вуалеобразные и мягко окаймленные края, при сильных – плотные, резкие очертания. Слабый морсящий дождь на судовом радиолокаторе изображения не дает, так как мелкие дождевые капли очень слабо отражают электромагнитную волну. То же относится и к туману, размеры частичек в котором еще меньше.

Туманы и осадки вызывают заметное ослабление электромагнитных волн сантиметрового диапазона вследствие их поглощения и рассеивания каплями дождя, тумана и снега. Степень ослабления энергии радиоволн в осадках зависит от водности последних, соотношения размеров капель и длины волны, а также температуры. Наименьшее ослабление наблюдается в тумане, наибольшее – в тропическом ливне.

Суточный и годовой ход осадков. Поскольку в развитии облачности обнаруживается суточный ход, то и в выпадении осадков тоже имеется тенденция к суточной периодичности. Выделяют два типа суточного хода осадков: континентальный и морской.

В континентальном типе наблюдается два максимума и два минимума. В неустойчиво стратифицированной массе воздуха максимальное количество ливневых осадков наблюдается в послеполуденные часы (главный максимум), когда наибольшего развития достигнет конвективная облачность; в устойчиво стратифицированной атмосфере наиболее обильные осадки отмечаются в предутренние часы (вторичный максимум), когда наступает максимум в развитии слоистой облачности. Главный минимум осадков наблюдается ночью, вторичный – перед полуднем.

В морском типе суточный ход осадков простой: минимум приходится на дневные часы, максимум – на ночные, когда над морями и океанами увеличивается вертикальный температурный градиент, в результате чего создается неустойчивое состояние атмосферы и связанное с этим облакообразование.

Количество выпадающих осадков зависит и от сезона года. Годовой ход в свою очередь зависит от климатических особенностей района. В экваториальной зоне между 10° с. ш. и 10° ю. ш. максимумы осадков приходятся на апрель и ноябрь (после весеннего и осеннего равноденствия). Здесь годовые суммы осадков достигают 1000–2000 мм и больше. В этой же зоне на островах Тихого океана в течение года выпадает даже 5000–6000 мм осадков.

В тропических областях (10–30°) по обе стороны от экватора наблюдается один дождливый период, захватывающий четыре летних месяца; в течение остальных месяцев господствует засушливый период. В субтропических зонах осадков выпадает мало, особенно летом. Среднее годовое количество осадков в этой области не более 500 мм. Здесь расположено большинство пустынь земного шара. В пустыне Сахара, пустынях Перу и Чили встречаются места, где осадки не выпадают в течение нескольких лет.

В умеренных широтах выпадение осадков связано преимущественно с циклонической деятельностью, в среднем за год здесь выпадает 500–1000 мм. Над океанической поверхностью больше всего циклонов образуется в холодное полугодие, их прохождение обуславливает выпадение осадков. Над сушей в летнее время сильно развита конвекция, в результате чего при достаточном содержании водяного пара выпадают обильные ливневые осадки.

В полярных областях количество осадков уменьшается и не превышает 300 мм в год. Малое количество осадков здесь обусловлено низкими температурами и незначительным содержанием в воздухе водяного пара.

Самое большое количество осадков на земном шаре выпадает в Черапунджи (Индия), Кауаи (Гавайские о-ва) и Дебундже (Африка); многолетние средние годовые суммы осадков здесь составляют 9500–12100 мм в год. Для примера, во Владивостоке среднее годовое количество осадков составляет 834 мм.

Характеристика отдельных видов осадков, выпадающих на земную поверхность

Обложные осадки характеризуются монотонностью выпадения без значительных колебаний интенсивности. Начинаются и прекращаются постепенно. Длительность выпадения составляет обычно несколько часов (иногда 1–2 сут), в отдельных случаях слабые осадки могут длиться менее часа. Выпадают обычно из слоисто-дождевых или высокослоистых облаков; при этом в большинстве случаев облачность сплошная (10 баллов). Иногда слабые кратковременные обложные осадки отмечаются из слоистых, слоисто-кучевых, высококучевых облаков, при этом количество облаков составляет 7–10 баллов. В морозную погоду слабый снег может выпадать из малооблачного неба (осадки вымерзания).

Дождь – жидкие осадки в виде капель диаметром от 0,5 до 5 мм. Отдельные капли дождя оставляют на поверхности воды след в виде расходящегося круга, а на поверхности сухих предметов – в виде мокрого пятна.

Ледяной дождь – твердые осадки, выпадающие при отрицательной температуре воздуха (чаще всего от 0 до -10 °С, иногда более низких температурах) в виде твёрдых прозрачных шариков льда диаметром 1–3 мм. Внутри шариков находится незамёрзшая вода, что приводит к образованию гололёда.

Снег – твердые осадки, выпадающие чаще всего при отрицательной температуре воздуха в виде снежных кристаллов (снежинок) или хлопьев. При этом изменение интенсивности снегопада происходит постепенно. В морозную погоду слабый снег может выпадать из малооблачного неба (так называемые осадки вымерзания).

Дождь со снегом – смешанные осадки, выпадающие чаще всего при положительной температуре воздуха в виде смеси капель и снежинок. Если дождь со снегом выпадает при отрицательной температуре воздуха, частицы осадков намерзают на предметы и образуется *гололёд*.

Морсящие осадки характеризуются монотонностью выпадения без резких изменений интенсивности; начинаются и прекращаются постепенно. Длительность непрерывного выпадения составляет обычно несколько часов (иногда 1–2 сут). Выпадают из слоистых облаков или тумана; при этом в большинстве случаев облачность сплошная (10 баллов). Часто сопровождаются ухудшением видимости за счет дымки или тумана.

Морось – жидкие осадки в виде очень мелких капель диаметром менее 0,5 мм, как бы парящих в воздухе. Сухая поверхность намокает медленно и равномерно. Попадая на поверхность воды, не образует на ней расходящихся кругов.

Снежные зёрна – твердые осадки в виде мелких непрозрачных белых частиц (палочек, крупинок, зёрен) диаметром менее 2 мм, выпадающие при отрицательной температуре воздуха.

Ливневые осадки – характеризуются внезапностью начала и окончания выпадения, резкими изменениями интенсивности. Длительность непрерывного выпадения составляет обычно от нескольких минут до 1–2 ч (иногда несколько часов, в тропиках – до 1–2 сут). Нередко сопровождаются грозой и шквалом. Выпадают из кучево-дождевых облаков, при этом количество облаков может быть как значительным (7–10 баллов), так и небольшим (4–6 баллов, а иногда 2–3 балла). Главным признаком осадков ливневого характера является не их высокая интенсивность (ливневые осадки могут быть и слабыми), а факт выпадения из конвективных (чаще всего кучево-дождевых) облаков, что и определяет резкие изменения интенсивности осадков. В жаркую погоду слабый ливневой дождь может выпадать из мощных кучевых облаков, а иногда – даже из средних кучевых облаков.

Ливневой дождь – дождь ливневого характера.

Ливневой снег – снег ливневого характера. Характеризуется резкими колебаниями горизонтальной видимости от 6–10 км до 2–4 км, а порой до 500 м и менее в течение периода времени от нескольких минут до получаса (снежные «заряды»).

Ливневой мокрый снег – смешанные осадки ливневого характера, выпадающие при положительной температуре воздуха в виде хлопьев тающего снега.

Ливневой дождь со снегом – смешанные осадки ливневого характера, выпадающие чаще всего при положительной температуре воздуха в виде смеси капель и снежинок. Если ливневой дождь со снегом выпадает при отрицательной температуре воздуха, частицы осадков намерзают на предметы и образуется *гололёд*.

Снежная крупа – твердые осадки ливневого характера, выпадающие при температуре воздуха около 0 °С и имеющие вид непрозрачных белых крупинок диаметром 2–5 мм; крупинки хрупкие, легко раздавливаются пальцами. Нередко выпадает перед ливневым снегом или одновременно с ним.

Ледяная крупа – твердые осадки ливневого характера, выпадающие при температуре воздуха от -5 до +10 °С в виде прозрачных (или полупрозрачных) ледяных крупинок диаметром 1–3 мм; в центре крупинок – непрозрачное ядро. Крупинки достаточно твёрдые (раздавливаются пальцами с усилием), при падении на твёрдую поверхность отскакивают. В ряде случаев крупинки могут быть покрыты водяной плёнкой (или выпадать вместе с капельками воды). Если температура воздуха ниже 0 °С, то, падая на предметы, крупинки смерзаются и образуется *гололёд*.

Град – твердые осадки, выпадающие в теплое время года при температуре воздуха выше +10 °С в виде кусочков льда различной формы и размеров. Обычно диаметр градин составляет 2–5 мм, но в ряде случаев отдельные градины достигают размеров голубиноного и даже куриного яйца. Продолжительность града редко превышает 10–20 мин. В большинстве случаев град сопровождается ливневым дождём и грозой.

Неклассифицированные осадки

Ледяные иголки – твёрдые осадки в виде мельчайших ледяных кристаллов, парящих в воздухе, образующиеся в морозную погоду (температура воздуха ниже -10...-15 °С). Днём сверкают в свете лучей солнца, ночью – в лучах луны или при свете фонарей. Наблюдаются чаще всего при ясном или малооблачном небе, иногда выпадают из перисто-слоистых или перистых облаков.

Осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах

Роса – капельки воды, образующиеся на поверхности земли, растениях, предметах, крышах зданий, надстройках судна в результате конденсации содержащегося в воздухе водяного пара при положительной температуре воздуха и почвы, при малооблачном небе и слабом ветре. Чаще всего наблюдается в ночные и ранние утренние часы. Обильная роса может вызвать измеримое количество осадков (до 0,5 мм за ночь).

Иней – белый кристаллический осадок, образующийся на поверхности земли, траве, предметах, крышах зданий в результате сублимации содержащегося в воздухе водяного пара при отрицательной температуре почвы, малооблачном небе и слабом ветре. Наблюдается в вечерние, ночные и утренние часы. По сути, это аналог росы, образующийся при отрицательной температуре. На ветках деревьев, проводах иней отлагается слабо (в отличие от изморози).

Кристаллическая изморозь – белый кристаллический осадок, состоящий из мелких тонких частиц льда, образующийся в результате сублимации содержащегося в воздухе водяного пара на ветвях деревьев и проводах в виде пушистых гирлянд, легко осыпаящихся при встряхивании. Наблюдается в малооблачную морозную погоду при слабом ветре. Отложение изморози происходит, как правило, в течение нескольких часов ночью, днём она постепенно осыпается под воздействием солнечных лучей.

Зернистая изморозь – белый рыхлый снеговидный осадок, образующийся в результате оседания мелких капелек переохлаждённого тумана на ветвях деревьев и проводах в облачную туманную погоду (в любое время суток) при температуре воздуха от нуля до -10 °С и умеренном или сильном ветре. При укрупнении капель тумана может перейти в *гололёд*. Нарастание зернистой изморози продолжается столько, сколько длится туман и ветер (обычно несколько часов, а иногда и несколько суток).

Гололёд – слой плотного стекловидного льда, гладкого или слегка бугристого. Образуется на растениях, проводах, предметах, поверхности земли в результате намерзания частиц осадков: переохлаждённой мороси, дождя, ледяного дождя, ледяной крупы, иногда дождя со снегом, на поверхность, имеющую отрицательную температуру. Чаще всего наблюдается при температуре воздуха от 0 до -10 °С. Сильно затрудняет передвижение людей, животных,

транспорта, может приводить к обрывам проводов и обламыванию ветвей деревьев, иногда к массовому падению деревьев и мачт линий электропередач.

Гололедица – слой бугристого льда или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха и почвы до отрицательных температур. В отличие от гололёда гололедица наблюдается только на земной поверхности. Сохранение гололедицы может продолжаться много дней подряд, пока она не будет покрыта сверху свежевыпавшим снежным покровом или не растает полностью в результате интенсивного повышения температуры воздуха и почвы.

Явления, приводящие к помутнению атмосферы

Туманы – скопление продуктов конденсации в нижнем слое воздуха, приводящее к понижению горизонтальной видимости до 1 км и менее (в морской практике – до 0,5 мили). При температуре воздуха выше -10°C туманы состоят из мельчайших капелек воды, при $-10\ldots-25^{\circ}\text{C}$ – это смесь капелек переохлажденной воды и кристаллов льда, при температуре ниже -30°C образуется ледяной туман. Относительная влажность воздуха при туманах обычно близка к 100 %. Непрерывная продолжительность туманов составляет от нескольких часов до нескольких суток. Различают туманы охлаждения и туманы испарения, внутримассовые и фронтальные туманы. Часто туманы достаточно развиты по вертикали, так что невозможно определить состояние неба: количество и форму облаков.

Дымка – слабое помутнение воздуха у земной поверхности, вызываемое рассеянием света на взвешенных мельчайших капельках воды или кристалликах льда. Придает воздуху голубовато-серый оттенок. Видимость при дымке более 1 км. Может наблюдаться перед туманом или после него, а чаще как самостоятельное явление. Нередко наблюдается во время осадков, особенно жидких и смешанных (дождя, мороси, дождя со снегом и т.п.) вследствие увлажнения воздуха в приземном слое атмосферы за счёт частичного испарения выпадающих осадков. Не следует путать дымку с ухудшением горизонтальной дальности видимости из-за пыли, дыма и т.п. В отличие от этих явлений относительная влажность воздуха при дымке составляет 85–90 %.

Поземный туман – туман, низко стелящийся над земной поверхностью (или водоёмом) сплошным тонким слоем или в виде

отдельных ключев, так что в слое тумана горизонтальная видимость составляет менее 1 км, а на уровне 2 м (на уровне глаз наблюдателя) – превышает 1 км. Наблюдается, как правило, в вечерние, ночные и утренние часы.

Просвечивающий туман – туман с горизонтальной видимостью на уровне 2 м менее 1 км, слабо развитый по вертикали, так что возможно определить состояние неба: количество и форму облаков.

Метель – перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы, приводящий к перераспределению снега, образованию сугробов и понижению горизонтальной видимости. Различают общую метель (когда из-за переноса снега сильным ветром трудно разобрать, выпадает ли снег из облаков или переносится снег, поднятый с поверхности, видимость понижается до 1–2 км и менее) и низовую (когда наблюдается перенос снега вблизи подстилающей поверхности, чаще при безоблачном небе, видимость на уровне глаз наблюдателя часто – 2–4 км). Возникает обычно при сухом не смёрзшемся снежном покрове и скорости ветра 10 м/с и более.

Позёмок – перенос снега ветром с поверхности снежного покрова в слое высотой 0,5–2 м, не приводящий к заметному ухудшению видимости (в отличие от низовой метели). Горизонтальная видимость на уровне 2 м обычно составляет 10 км и более. Может наблюдаться как в малооблачную погоду, так и при снегопаде. Возникает обычно при сухом не смёрзшемся снежном покрове и скорости ветра 5–6 м/с и более.

Снежная мгла – сплошное более-менее однородное помутнение атмосферы от взвешенных в нем частиц снега, видимость может снижаться до 50 м. Снежная мгла характерна для арктических районов. Может наблюдаться перед метелью или после неё (при ослаблении ветра), а также при отдалённой метели, когда поднятые в воздух частицы снега переносятся ветром на большое расстояние.

Литометеоры – перенос пыли, песка ветром с земной поверхности, либо взвешенные в атмосфере твёрдые частицы: пыль, дым, вулканический пепел и т.п.

Пыльная, песчаная буря – перенос больших количеств пыли или песка сильным ветром в приземном (приводном) слое воздуха с заметным ухудшением горизонтальной видимости. В зависимости от цвета переносимой почвы отдалённые предметы приобретают сероватый, желтоватый или красноватый оттенок. Возникает обычно при сухой поверхности почвы и скорости ветра 10 м/с и более.

При сильной пыльной буре перенос пыли и песка может осуществляться на большие расстояния, например, пыль с пустыни Гоби может переноситься к берегам Японии.

Пыль, взвешенная в воздухе – мельчайшие твердые частицы песка, почвы биологического происхождения, поднятые с поверхности земли и переносимые на большие расстояния. Проявляется как сплошное более-менее однородное помутнение атмосферы с понижением горизонтальной дальности видимости до 6 км и менее. Это явление часто наблюдается при плавании около западных берегов Африки, Аравийского полуострова. Может наблюдаться перед пыльной бурей или после неё (при ослаблении ветра), а также при отдалённой пыльной буре, когда поднятые в воздух пылинки переносятся ветром на большое расстояние.

Мгла – сплошное помутнение атмосферы, обусловленное наличием в нем большого количества аэрозоля (частиц пыли, промышленного дыма, гари, пылцы растений и т.д.) с горизонтальной дальностью видимости на уровне наблюдателя до 10 км (иногда видимость снижается до нескольких сотен метров). Отдалённые предметы приобретают сероватый оттенок, а солнце, особенно когда оно у горизонта, имеет желтовато-красноватый цвет, контуры его диска не имеют резких границ. Этим и обычно малой влажностью воздуха мгла отличается от дымки.

Конвективные явления – явления, связанные с восходящими и нисходящими движениями больших масс воздуха под кучево-дождевыми облаками. К ним относят шквал и смерч.

Шквал – внезапное резкое усиление ветра на 8 м/с и более за промежуток времени не более 2 мин, связанное с кучево-дождевыми облаками. Скорость ветра при шквале превышает 10 м/с (может достигать 25 м/с и более), продолжительность – от нескольких минут до 1–1,5 ч. Шквал нередко сопровождается ливневым дождём, грозой, в ряде случаев – градом, а если почва сухая и нет осадков – пыльной бурей.

Смерч (торнадо) – сильный вихрь, образующийся в жаркую погоду под хорошо развитым кучево-дождевым облаком и распространяющийся из низкого основания облака в виде гигантского тёмного вращающегося столба или воронки, навстречу которой с земной или морской поверхности поднимается другая воронка из брызг, пыли и более тяжелых предметов. Вихрь имеет вертикаль-

ную, слегка наклонённую к горизонту ось вращения; высота вихря составляет сотни метров (в ряде случаев 1–2 км), диаметр – до нескольких десятков метров, время существования – от нескольких минут до 1 ч и более. Давление воздуха в смерче понижено, движение воздуха может происходить как против, так и по часовой стрелке в сочетании с мощными восходящими движениями. Смерч проходит узкой полосой, так что непосредственно на метеостанции может наблюдаться затишье, но внутри смерча скорость ветра порой достигает 50 м/с. Смерч чаще всего сопровождается ливневым дождём и грозой, иногда градом.

Электрические явления

Гроза – электрические разряды в атмосфере (между облаками или между облаком и землёй, внутри облака), сопровождаемые молнией и громом (звуковыми раскатами, слышными на расстоянии в несколько километров). Явление связано с кучево-дождевыми облаками, нередко сопровождается ливневым дождём, шквалом, иногда градом.

Зарница – световое явление, наблюдается при удалённой грозе, т.е. когда не слышно грома, видны лишь освещенные молнией облака и горизонт, а самой молнии не видно.

Полярное сияние (сполохи) – голубоватое или желтоватое свечение ночного неба в виде обширных причудливых пятен с изменяющимися очертаниями, возникающее в ионосфере при значительных колебаниях магнитного поля земли. Наблюдается преимущественно в высоких широтах.

Оптические явления

Мираж – оптическое явление, при котором в воздухе в результате аномальной рефракции лучей света появляется мнимое изображение реально существующего предмета (порой в искажённом или перевёрнутом виде), не видимого в обычных условиях. Мираж возникает при необычном распределении плотности в нижнем слое воздуха, т.е. при необычно большом вертикальном либо горизонтальном ее распределении. Наиболее распространёнными разновидностями миража являются: нижний мираж – возникает летним днём в жаркую погоду в виде отражения неба на земной поверхности или на дорогах на большом расстоянии от наблюдателя (колышущееся серебристое «марево» у горизонта, по внешнему виду

напоминающего лужи воды); верхний мираж – возникает в любое время года ранним утром в тихую малооблачную погоду с хорошей горизонтальной видимостью в виде приподнимающегося горизонта (появляется как бы второй горизонт, более тёмный, располагающийся параллельно реальному и выше его), так что становятся видны предметы, расположенные на удалении от наблюдателя и не видимые в обычных условиях.

Для справки, рефракция – это искривление светового луча за счет преломления в оптически неоднородной среде с непрерывно меняющимися показателями преломления.

Гало – общее название обширного класса оптических явлений, связанных с преломлением и отражением света в ледяных кристаллах, главным образом на гранях кристаллов высоких ледяных облаков Cs. Это светлые, преимущественно окрашенные круги или дуги кругов, светлые столбы, пятна около солнца или луны. Преломление света производится мелкими шестиугольными ледяными призмами, причем свет входит в одну боковую грань, а выходит через другую.

Производство и обработка результатов наблюдений

За атмосферными явлениями наблюдают как в сроки наблюдения, так и между сроками. При производстве наблюдений определяют вид явлений, характер их проявления, для некоторых явлений – интенсивность. Все эти параметры на судовых гидрометеорологических станциях определяются визуально, для чего используются описание явлений (подобное вышепредставленному или в Наставлении, раздел 6.6.2) и код КН-01с.

Под погодой в срок либо между сроками следует понимать наличие либо отсутствие атмосферных явлений: различного вида осадков, тумана, гроз, града и т.д. В метеорологическую телеграмму атмосферные явления кодируются в первый раздел в группу с отличительной семеркой – группа **7wwW₁W₂**.

Погода в срок (или последний час) **ww** кодируется в соответствии с табл. П.1.8. Прошедшая погода (или погода за последние 6 часов) **W₁W₂** кодируется в соответствии с табл. П.1.9, при наблюдениях за явлениями между сроками не определяется их интенсивность и характер проявления, можно зафиксировать лишь наличие явления. Можно закодировать два явления, которые отмечались между сроками, если таковые имели место. Например, группа

74254 в первой части метеорологической телеграммы означает, что в срок наблюдения отмечался ослабевающий туман, небо видно, между сроками (последние 6 ч) наблюдателем зафиксированы морось и туман.

4.3. Метеорологическая дальность видимости (горизонтальная видимость)

Метеорологической дальностью видимости (МДВ) называется то наибольшее расстояние, с которого в светлое время суток можно обнаружить (различить) на фоне неба вблизи горизонта абсолютно черный объект достаточно больших угловых размеров (более 15 угловых минут). В ночное время – расстояние, на котором при наблюдаемой прозрачности воздуха такой объект можно было бы обнаружить, если бы вместо ночи был день.

МДВ выражается в метрах, километрах, кабельтовых, милях.

Объекты, по которым наблюдатель определяет МДВ, могут быть как естественными (поверхность моря с линией горизонта, очертания берегов, отдельные мысы, горы, леса и т.д.), так и искусственными (суда, береговые сооружения, огни и пр.). МДВ этих объектов оценивается либо визуально (по видимому контрасту наблюдаемого объекта и фона), либо по данным радиолокационной станции (РЛС).

Наблюдения за МДВ следует производить с пеленгаторной палубы в направлениях, исключаящих влияние на их результаты дыма из труб судна, бликов от водной поверхности. В срок наблюдения вахтенный штурман должен оценить МДВ поверхности моря, если четко видна линия горизонта, или МДВ объекта, если в поле зрения находится остров или другое судно, берег, береговые сооружения и пр.

Если при определении МДВ оказалось, что она неодинакова в разных направлениях, следует оценить ее значение в том направлении, где она наименьшая. Если, по оценкам наблюдателя, МДВ находится в определенном диапазоне (например, 10–20 км), то за ее значение принимается нижний предел (в данном примере это 10 км).

При плавании в открытом море (океане), когда в поле зрения наблюдателя отсутствуют какие-либо объекты, определение МДВ осуществляется по резкости видимости линии горизонта и высоте расположения глаз наблюдателя над уровнем моря (она складывается из высоты места наблюдений и роста наблюдателя, ее реко-

мендуется определять заранее) с учетом сведений, представленных в табл. 3.3.

Если линия горизонта не видна совсем, значение МДВ следует оценивать либо по видимости деталей поверхности моря (по видимости очертаний волн, барашков), руководствуясь развитой способностью человека к глазомерной оценке расстояния, либо по наблюдаемым атмосферным явлениям в соответствии с данными табл. 3.4.

Таблица 3.3

Значение МДВ линии горизонта (км) в зависимости от высоты расположения глаз наблюдателя

Словесная характеристика линии горизонта	Высота расположения глаз наблюдателя	
	от 1,0 до 6,9 м	от 7 до 25 м
Очерчена резко	≥ 20	≥ 50
Очерчена не резко	10–20	21–50
Видно неясно	4–10	11–20
Не видна совсем	< 4	< 11

Таблица 3.4

Шкала значений МДВ объектов

Преимущественные условия наблюдений	Словесная характеристика степени видимости	Цифра кода	Значения МДВ, км
1	2	3	4
Очень сильный туман	Очень плохая	90	Менее 0,05 (0 – менее $\frac{1}{4}$ кабельтов)
Сильный туман, очень густой снег	Очень плохая	91	0,05 – менее 0,2 ($\frac{1}{4}$ – менее 1 кабельтов)
Умеренный туман, густой (сильный) снег	Очень плохая	92	0,2 – менее 0,5 (1 – менее 3 кабельтов)
Слабый туман, умеренный снег, сильная мгла	Плохая	93	0,5 – менее 1,0 (3 – менее 5 кабельтов)
Умеренный снег, очень сильный дождь, умеренная дымка (умеренная мгла)	Плохая	94	1 – менее 2 (0,5 – менее 1,0 мили)

1	2	3	4
Слабый снег, сильный дождь, морось, умеренная дымка	Средняя	95	2 – менее 4 (1 – менее 2 миль)
Умеренный дождь, очень слабый снег, слабая дымка (мгла)	Средняя	96	4 – менее 10 (2 – менее 5 миль)
Слабая дымка (мгла), слабый дождь, слабый снег	Хорошая	97	10 – менее 20 (5 – менее 11 миль)
Без осадков	Очень хорошая	98	20 – менее 50 (11–27 миль)
Совершенно чистый воздух	Исключительная	99	50 и более (более 27 миль)

Примеры:

Оценка МДВ (в примерах 1–3) производится с пеленгаторной палубы, высота которой вместе с ростом наблюдателя равна 13 м.

1. При наблюдении оказалось, что видимость одинакова во всех направлениях, линия горизонта везде просматривается четко (резко очерчена), осадки и дымка отсутствуют. По данным табл. 3.3 находим, что значение МДВ в этом случае будет 50 км или более. Это значение МДВ соответствует цифрам кода 99, которые заносятся в журнал КГМ-15 и включаются в метеорологическую радиограмму.

2. При наблюдении обнаружено, что линия горизонта в основном видна четко, очерчена резко, но в направлении, противоположном курсу судна, видна неясно. По табл. 3.3 определяем, что МДВ в указанном направлении может быть от 10 до 20 км. Для записи в журнал КГМ-15 и включения в радиограмму принимаем ее наименьшее значение, т.е. 10 км, которое кодируется цифрами 97. Эти цифры записываем в журнал КГМ-15 и включаем в метеорологическую радиограмму.

3. Видимость плохая: линия горизонта не видна, отмечается слабый туман. Для определения МДВ воспользуемся табл. 3.4 и находим, что наблюдаемым условиям будет соответствовать МДВ в диапазоне 0,5–1,0 км. Значение МДВ принимается равным нижнему пределу, т.е. 0,5 км, которое кодируется цифрами 91. Их записываем в журнал КГМ-15 и включаем в метеорологическую радиограмму.

Объекты, попадающие в поле зрения наблюдателя (как естественные, так и искусственные), отличаются большим разнообразием контрастов и угловых размеров (например, размеры видимых судов в зависимости от их курса могут изменяться в широких пределах).

При определении МДВ видимыми объектами считаются те, которые различимы на фоне неба, хотя бы в виде малозаметного пятна (детали и контуры объекта при этом могут быть неразличимы).

При определении МДВ по видимым объектам необходимо:

- определить объект в поле зрения наблюдателя (если их несколько, то наиболее удаленный) и степень четкости его видимости;
- визуально, по карте или РЛС (или с помощью других технических средств) определить расстояние до этого объекта.

Если объект виден четко, то определенное до него расстояние принимается равным значению МДВ. Если объект виден нечетко (трудно различить его контуры), то значение МДВ будет меньше расстояния до этого объекта на одну градацию. Градации значений МДВ приведены в действующем коде КН-01с.

При визуальных оценках расстояний необходимо выработать навыки путем многократных сравнений результатов визуальных определений расстояний до объектов с результатами определений этих же расстояний по карте или РЛС.

Примеры:

Днем на горизонте стал вырисовываться контур острова, расстояние до которого, определенное по экрану РЛС, оказалось равным 15 км. Это расстояние принимаем равным значению МДВ, что соответствует цифрам кода 97.

Этот же остров виден неясно. В этой ситуации код 97, соответствующий значению МДВ, равному 15 км, уменьшаем на единицу; в журнал КГМ-15 записываем цифры кода 96.

В срок наблюдения днем не резко стал вырисовываться берег, расстояние до которого по карте 4 км, что соответствует цифрам кода 96; в журнал КГМ-15 заносим цифры кода 95.

Определение МДВ в темное время суток

В сумерки и ясные ночи, а также во время белых ночей при плавании в высоких широтах бывает достаточно светло и МДВ определяется, как днем, по степени видимости элементов поверхности моря, линии горизонта или разных объектов. Объекты для ночных наблюдений не должны быть сами источниками света

(например, освещенное электрическим светом другое судно) или находиться в поле зрения других искусственных источников света. Они должны иметь естественное освещение, т.е. могут быть освещены луной и звездами.

В темное время суток, когда естественная освещенность мала, оценивать МДВ следует по виду и интенсивности наблюдаемых атмосферных явлений с помощью табл. 3.4 или распространяя на темное время суток сведения о МДВ, полученные в последний срок светлого времени.

При определении МДВ с помощью табл. 3.4 необходимо помнить следующее:

- если в момент наблюдений отмечалось несколько атмосферных явлений, то при оценке МДВ вахтенный штурман учитывает то явление, которое больше ухудшает горизонтальную видимость в приводном слое атмосферы;

- если за 1–2 ч до захода солнца отмечалось атмосферное явление, ухудшающее видимость, а к сроку наблюдений оно прекратилось, и видимость улучшилась, то вахтенный штурман при определении МДВ на основе своего опыта и данных табл. 3.4 принимает значение видимости выше, чем при том явлении, которое ухудшало видимость.

Обработка результатов наблюдений

Обработка результатов наблюдений за МДВ сводится к их кодированию в соответствии с требованиями действующего кода КН-01с с последующим занесением в закодированном виде в журнал КГМ-15 и включением в метеорологическую и штормовую радиограмму в случае достижения критериев стихийного гидрометеорологического явления (при видимости 1000 м и менее).

Группа кода КН-01с с метеорологической дальностью видимости – $i_{Ri_x}hVV$, где i_{Ri_x} – указатели места включения группы осадков (i_R) и типа гидрометеорологической станции и включения группы $7wwW_1W_2$ (i_x); h – высота основания облаков C_L или C_M над уровнем моря; VV – видимость.

Первая цифра группы i_R в морской практике чаще всего кодируется цифрой «4», что означает, что количество осадков на судне не измерялось и группа с осадками в радиограмму не включена. Вторая цифра группы i_R кодируется «1», что означает, что гидрометеорологическая судовая станция обслуживается штурманом, и

группа 7wwW₁W₂ в радиограмму включена, табл. П.1.2. h кодируется в соответствии с табл. П.1.3, VV – в соответствии с табл. П.1.4 или П.1.5.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Составить краткую записку по теме работы, изучить технологию определения облачности по данным Атласа облаков.

5.2. Изучить группы синоптического кода, включающие метеорологическую дальность видимости, атмосферные явления и характеристики облаков (количество облаков нижнего яруса, форы облаков и их нижнюю границу). Найти и раскодировать соответствующие группы в телеграммах в прил. 1.

5.3. Составить группы кода КН-01с о состоянии облачности, атмосферных явлениях и метеорологической дальности видимости:

1) в соответствии со своим вариантом; 2) в соответствии с текущими погодными условиями (следите за согласованностью данных в кодируемых группах). При определении видов облаков и атмосферных явлений используйте данные табл. 3.5–3.6. При определении дальности видимости – данные табл. 3.7. При кодировании МДВ принять, что ее оценка производится с пеленгаторной палубы, высота которой вместе с ростом наблюдателя равна 13 м.

5.4. Определить вид облаков, их количество (общее и нижнего яруса), нижнюю границу облаков, определить наличие и вид явлений, метеорологическую дальность видимости не менее чем на трех сводках погоды приземной карты (прил. П2.3).

Таблица 3.5

Сведения об общем количестве облаков, их нижней границе и атмосферных явлениях для вариантов 1–10

№ варианта	Степень покрытия неба, %	Нижняя граница облаков, м	Вид осадков и облаков	Характер проявления
1	2	3	4	5
1	100	70	Дождь Ns	Обложной умеренный, непрерывный или с перерывами
2	80	2000	Снег As	Небольшой интенсивности, непрерывный или с перерывами

Окончание табл. 3.5

1	2	3	4	5
3	60	2000	Дождь Ac	Кратковременный или в виде отдельных капель; наблюдаются полосы падения
4	50	2500	Снег Ac	В виде отдельных снежинок; наблюдаются полосы падения, не достигающие поверхности моря
5	90	700	Мелкие снежные зерна St	Очень мелкие снежные зерна, сильно ухудшающие видимость
6	50	800	Дождь Cu	В виде отдельных капель или очень кратковременный, иногда за время выпадения дождя облако рассеивается, создавая впечатление дождя из «чистого» неба
7	70	< 50	Ливневой дождь с градом Cb	Наблюдается вдали от судна в виде полос падения, достигающих поверхности моря, часто вместе с грозой
8	80	500	Ливневой снег Cb	Переменной интенсивности, иногда в виде сильных снежных зарядов
9	100	300	Морось St	Может быть отдельно или вместе с дождем
10	60	600	Ливневой дождь Cb	Крупнокапельный, разной интенсивности, иногда в виде стены дождя

Таблица 3.6

Формы облаков для вариантов 1–10

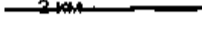
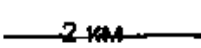
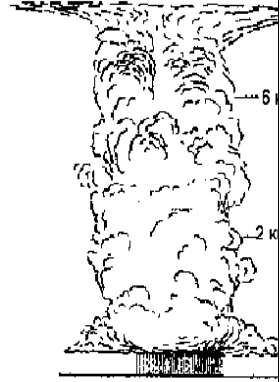
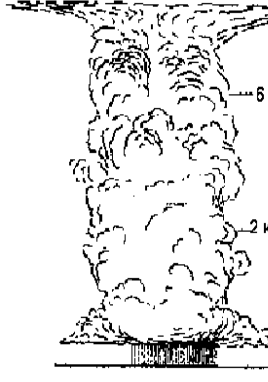
Вариант 1  поверхность земли	Вариант 2 6 км  2 км  поверхность земли	Вариант 3 6 км  2 км 
Вариант 4 6 км  2 км 	Вариант 5 2 км  поверхность земли	Вариант 6 2 км  поверхность земли
Варианты 7, 8 	Вариант 9 2 км  поверхность земли	Вариант 10 

Таблица 3.7

**Характеристика метеорологической дальности видимости
для вариантов 1–10**

№ варианта	Характеристика метеорологической дальности видимости
1	Видимость средняя: линия горизонта не видна, отмечается умеренный дождь
2	Видимость средняя: линия горизонта не видна, отмечается небольшой интенсивности непрерывный снег
3	Линия горизонта в основном видна четко, очерчена резко, но в направлении, противоположном курсу судна, видна неясно, отмечается дождь в виде отдельных капель
4	Видимость средняя: линия горизонта не видна, отмечается снег в виде отдельных снежинок
5	Видимость очень плохая: линия горизонта не видна, отмечаются очень мелкие снежные зерна, сильно ухудшающие видимость
6	Линия горизонта в основном видна четко, очерчена резко, но в одном из направлений слегка ухудшена выпадением дождя слабой интенсивности
7	Линия горизонта в основном видна четко, очерчена резко, но в одном из направлений ухудшена выпадением дождя
8	Видимость очень плохая: линия горизонта не видна, отмечается снег переменной интенсивности, иногда в виде «мощных» снежных зарядов
9	Видимость плохая: линия горизонта не видна, отмечается морось, иногда вместе с дождем
10	Видимость плохая: линия горизонта не видна, отмечается сильный дождь

Вопросы для самопроверки

1. Назовите 10 основных форм облаков, входящих в международную классификацию.
2. Чем отличаются кучевообразные облака от слоистообразных?
3. Дайте характеристику облаков Cumulonimbus. Какие атмосферные явления связаны с облаками данного вида?
4. Чем отличается морось от обложного дождя? С какими видами облаков связаны те и другие осадки?
5. Что такое метеорологическая дальность видимости? Чем она отличается от простой видимости объектов?
6. Перечислите явления, ухудшающие видимость. Какова видимость при тумане?
7. Что обозначает прошедшая погода в практике метеорологических наблюдений?

Лабораторная работа 4

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВЕТРОМ И ВОЛНЕНИЕМ МОРЯ НА МОРСКИХ СТАНЦИЯХ

1. Цель работы

Закрепить знания по разделу «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях», получить практические навыки производства наблюдений за характеристиками ветра и волнением моря.

2. Задания

2.1. Изучить тему «Гидрометеорологические наблюдения за характеристиками ветра и волнением моря на морских станциях», составить краткую записку.

2.2. Изучить приборы для измерения характеристик ветра.

2.3. Измерить кажущийся ветер (его направление и скорость), определить с помощью ветрочета истинный ветер (параметры движения судна заданы по вариантам).

2.4. Составить группы кода КН-01 с характеристиками ветра и волнения. Расшифровать группы с характеристиками ветра и волнения моря в телеграмме и на карте погоды.

Учебное время: 4 ч.

3. Приборы и материалы

Анемометр ручной, анеморумбометр, ветрочет.

4. Теоретическая часть

4.1. Общие понятия о ветре

Ветром называют горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности (поверхности моря). Непосредственная причина его возникновения – неравномерное распределение атмосферного давления на Земле, т.е. ветер возникает вследствие горизонтальных разностей давления. Если бы давление воздуха в каждой точке горизонтальной плоскости было одинаково, ветра не было бы. При неравномерном распределении атмосферного давления

воздух стремится перемещаться из мест с более высоким давлением в места с более низким давлением, т.е. туда, где масса воздуха меньше. Первостепенное значение в неравномерном распределении атмосферного давления имеют неравномерный приток солнечной энергии к различным климатическим зонам и различные способности подстилающей поверхности поглощать и отражать солнечную энергию, т.е. речь идет о разном тепловом балансе различных участков земной поверхности.

Ветер является векторной величиной, поэтому характеризуется числовой величиной, скоростью или силой и направлением.

Скорость ветра выражается в м/с, км/ч ($1 \text{ м/с} = 3,6 \text{ км/ч}$), узлах ($1 \text{ узел} \approx 0,5 \text{ м/с}$) или условных единицах (баллах шкалы Бофорта).

Направление ветра – направление, откуда перемещаются воздушные частицы (откуда дует ветер), определяется углом между географическим меридианом и направлением на точку горизонта, откуда дует ветер; выражается в градусах (от 0 до 360°) или в румбах (при визуальной оценке) по 8-румбовой системе: северный, северо-восточный, южный и т.д.; направление в градусах и в румбах отсчитывается от плоскости меридиана наблюдателя по ходу часовой стрелки.

4.2. Правила наблюдения за ветром на судне

Во время движения судна дующий над морем ветер (истинный ветер) геометрически складывается с курсовым ветром, скорость которого равна скорости хода, а направление противоположно курсу судна. Движение воздуха относительно судна, появляющееся в результате такого сложения, принято называть кажущимся ветром.

Кажущийся ветер, как и истинный, является векторной величиной. Также характеризуется скоростью и направлением, которые выражаются в тех же единицах, что и параметры истинного ветра; однако направление кажущегося ветра определяется либо по отношению к курсу судна (определяется курсовой угол кажущегося ветра), если направление определяется по прибору, либо по отношению к географическому меридиану, если направление определяется по компасу.

На рис. 4.1 представлена графическая взаимосвязь векторов: кажущегося, курсового, истинного ветра и скорости хода судна.

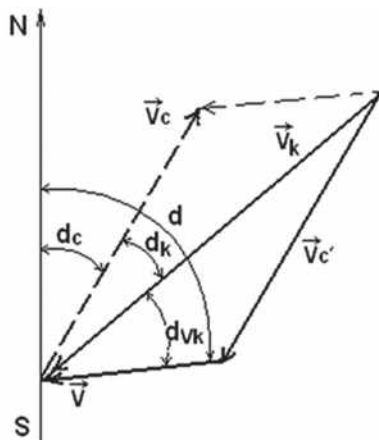


Рис. 4.1. Графическое представление параметров движения судна и истинного, кажущегося и курсового ветра: $\vec{V}_c$ – вектор скорости хода судна; $\vec{V}_{c'}$ – вектор скорости курсового ветра; $\vec{V}_k$ – вектор скорости кажущегося ветра; $\vec{V}$ – вектор скорости истинного ветра; d_c – курс судна; d_k – направление кажущегося ветра относительно курса судна (курсовой угол кажущегося ветра); d_{vk} – направление истинного ветра относительно направления кажущегося ветра; d – направление истинного ветра относительно севера

Скорость и направление истинного ветра меняются непрерывно. Недостаточно устойчивы и параметры движения судна, соответственно не постоянны во времени и параметры кажущегося ветра. По этой причине в практике наблюдений скорость и направление ветра при измерениях на судне усредняются за определенный промежуток времени, но не менее чем за 100 с.

На судне в срок наблюдения измеряют направление и скорость кажущегося ветра, скорость хода и курс судна и по ним рассчитывают скорость и направление истинного ветра.

Если судно лежит в дрейфе или стоит на якоре, то определяемые на нем скорость и направление ветра будут соответствовать скорости и направлению истинного ветра.

Скорость и направление кажущегося ветра на ходу судна следует измерять с помощью анеморумбометра М-138 или анеморум-

бометра М 63М-1 в комплекте с пультом МВ 1-2-1, а при их отсутствии направление кажущегося ветра определяют по судовому компасу и выпелу, а его скорость – с помощью одного из анемометров:

- судового М-61;
- чашечного МС-13 или его модификации типа АП 1 (анемометр цифровой переносной);
- контактного М-92;
- ручного индукционного АРИ-49.

Описание перечисленных приборов и рекомендации по их установке на судне представлены в [12].

Независимо от используемых ветроизмерительных приборов измерение параметров кажущегося ветра должно производиться при устойчивых характеристиках движения судна. При этом:

- скорость кажущегося ветра измеряют с точностью до 0,1 м/с, его направление до 1°;
- курс судна отмечают с точностью до 1°, а скорость хода до 0,5 уз;
- если ветроизмерительный прибор измеряет мгновенное и среднее значения скорости и направления ветра, то в срок наблюдения измеряют среднее значение скорости и направления кажущегося ветра.

Измерение скорости и направления кажущегося ветра по анеморумбометру М 63М-1

Для измерения необходимо подготовить анеморумбометр к работе, выполнив на его пульте (рис. 4.2) следующие операции:

- нажать на передней панели тумблер 8 ПИТАНИЕ, после чего должен засветиться индикатор 7;
- тумблеры Репитеры скорости и направления 4 и 5 (расположенные на задней панели пульта) поставить в положение ОТКЛ;
- через 15 мин после включения тумблера 8 Питание тумблер 10 Контроль/Работа поставить в положение Работа.

После выполнения указанных операций пульт анеморумбометра готов к работе. Мгновенные значения скорости ветра считываются с табло цифрового указателя скорости ветра 6 после нажатия кнопки 5 (V), направление ветра считывается с указателя направления 1 со шкалы 0–360°, если горит индикатор шкалы 0–360°, или со шкалы 180–0–180°, если горит индикатор этой шкалы;

максимальная скорость кажущегося ветра считывается с табло цифрового указателя скорости ветра *б* после нажатия кнопки *3* ($V_{\text{макс}}$); после считывания максимальной скорости ветра необходимо вновь нажать кнопку $V_{\text{макс}}$ СБРОС *2* для сброса показаний указателя скорости *б*.

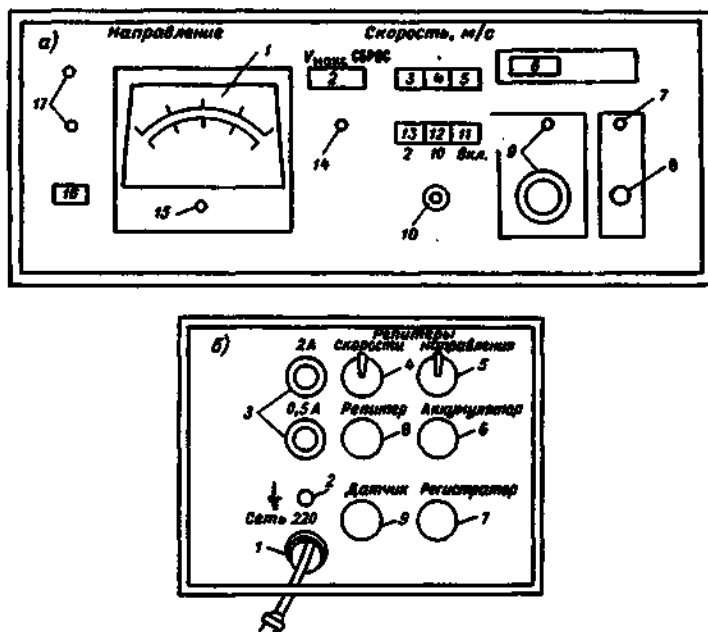


Рис. 4.2. Схема передней (а) и задней (б) панелей пульта МВ1-2-1 анеморумбометра М 63М-1: а – 1 – стрелочный указатель направления; 2 – кнопка $V_{\text{макс}}$ Сброс; 3 – кнопка $V_{\text{макс}}$; 4 – кнопка $V_{\text{ср}}$; 5 – кнопка $V_{\text{мгн}}$; 6 – табло цифрового указателя скорости ветра (м/с); 7 – световой индикатор

Питание; 8 – тумблер Питание; 9 – ручка Упреждение со световым индикатором; 10 – тумблер переключения пульта Контроль/Работа; 11 – кнопка включения измерения средней скорости; 12 – кнопка включения осреднения скорости ветра за 10 мин; 13 – кнопка включения осреднения скорости ветра за 2 мин; 14 – световой индикатор измерения средней скорости ветра; 15 – винт корректора индикатора направления ветра; 16 – кнопка включения канала направления ветра; 17 – световые индикаторы рабочей шкалы направления ветра (0–360 и 180–0–180°); б – 1 – ввод питающего напряжения; 2 – клемма Земля; 3 – предохранители; 4 – тумблер Репитер скорости; 5 – тумблер Репитер направления; 6–9 – разъемы

Для измерения средней за 10 мин скорости кажущегося ветра и его направления (в период измерения средней скорости) необходимо:

- включить пульт анеморумбометра, если он не включен, нажатием тумблера Питание 8; когда засветится индикатор Питание 7, тумблеры Репитеры скорости и направления 4 и 5 поставить в положение ОТКЛ;

- установить (по истечении 15 мин после включения пульта) тумблер Контроль/Работа 10 в положение Работа;

- нажать кнопку 12 времени осреднения скорости ветра за 10 мин;

- нажать кнопку включения измерения средней скорости 11 (после чего должен загореться индикатор включения);

- на 52-й минуте до срока наблюдений нажать кнопку включения канала направления ветра 16 и с индикатора направления 1 снять показание направления кажущегося ветра по той шкале, на которую указывает световой индикатор 17;

- синхронно со снятием отсчета направления кажущегося ветра снять показания с репитеров скорости (лага) и курса (гирокомпас) судна;

- после автоматического отключения индикатора 11 (когда он погаснет) нажать кнопку $V4$ (за 4 мин до срока наблюдений) и снять отсчет скорости ветра с табло цифрового указателя 6.

Снятые показания скорости и направления кажущегося ветра, скорости хода судна и его истинный курс записать в журнал КГМ-15 и использовать для расчета скорости и направления истинного ветра.

Измерение скорости кажущегося ветра по анемометру часечному МС-13

Для измерения необходимо:

- сделать первый отсчет по шкале анемометра N_1 (снять показания всех его шкал);

- вынести анемометр на палубу и установить на штангу вертикально у обвеса наветренного крыла ходового мостика таким образом, чтобы ось прибора находилась в вертикальном положении;

- включить анемометр (поднять рычажок включения анемометра) и одновременно включить секундомер;

- по истечении 100 с выключить анемометр (опустить рычажок вниз) и сделать второй отсчет показаний анемометра N_2 ;

- вычесть из второго отсчета первый, разделить на число секунд наблюдения (на 100); полученное число делений в секунду Δn , округленное до десятых долей, перевести в скорость кажущегося

ветра с округлением до 0,1 м/с. Для перевода числа оборотов в скорость ветра следует пользоваться данными, представленными в свидетельстве о поверке к анемометру (применяя при необходимости интерполяцию); полученное значение скорости ветра использовать для расчета скорости истинного ветра.

Измерение скорости кажущегося ветра по цифровому переносному анемометру АП-1 (далее – анемометр АП-1)

Для измерения необходимо:

- соединить ветровой датчик с цифровым измерительным прибором (с пультом), как это указано в паспорте к анемометру АП-1;
- установить ветровой датчик (осторожно взяв его за корпус) вертикально на штангу у обвеса наветренного крыла ходового мостика, не касаясь его дужек;

- установить на пульте переключатель напряжения в положение ВКЛ (после включения должен мигать индикатор «1–20»), через каждые 10 с на табло пульта в течение 3 с будет высвечиваться скорость ветра в м/с;

- по истечении 100 с после установки ветрового датчика сделать не менее трех отсчетов (через каждые 10 с), из которых следует рассчитать среднее значение скорости кажущегося ветра с округлением до 0,1 м/с и полученное значение использовать для расчета скорости истинного ветра.

В промежутках между сроками наблюдений анемометр с отключенным напряжением питания должен храниться в футляре.

Определение направления кажущегося ветра по компасу и выпелу

Для определения направления ветра по компасу и выпелу необходимо в течение 2–3 мин наблюдать за направлением, в котором вытягиваются (развеваются под действием ветра) выпелы, флаги, ручной флажок, дым из трубы судна, ветровой конус (сильно вытянутый конус, сшитый из легкого материала, который крепится на такелаже, грузовой колонне или переносном штоке), и по компасу определить это направление с точностью до 5° по отношению к географическому меридиану.

В аварийных ситуациях (при выходе из строя ветроизмерительных приборов, при обесточивании судна) скорость кажущегося ветра следует определять с помощью табл. 4.1, оценивая визуально действие ветра на судно и его оснастку.

Таблица 4.1

Шкала для визуальной оценки силы или скорости ветра

Сила ветра*		Скорость ветра			Признак действия ветра	
Балл	Характеристика	м/с	км/ч	уз	на судно и его оснастку**	на состояние поверхности моря
1	2	3	4	5	6	7
0	Штиль	0–0,5 (0)***	0–1 (0)	0–1 (0)	Движение воздуха совершенно не ощущается; дым поднимается почти вертикально; вымпел неподвижен	Зеркальная поверхность
1	Тихий ветер	0,6–1,5 (1)	1–5 (3)	1–3 (2)	Ветер ощущается как легкое дуновение, и то лишь временами; дым поднимается наклонно, указывая направление ветра	Рябь
2	Легкий ветер	1,6–3,3 (3)	6–11 (8)	4–6 (5)	Ветер ощущается как непрерывный легкий поток воздуха; слегка колеблются флаги и вымпелы	Появляются небольшие гребни волн
3	Слабый ветер	3,4–5,6 (5)	12–19 (15)	7–10 (8)	Ветер развеивает флаги и вымпелы; дым вытягивается по ветру почти горизонтально	Гребни небольших волн начинают опрокидываться, но пена не белая, а стекловидная
4	Умеренный ветер	5,7–7,9 (7)	20–28 (24)	11–16 (13)	Вымпелы вытягиваются по ветру	Хорошо заметны небольшие волны, гребни некоторых из них опрокидываются, образуя местами белую клубящуюся пену – барашки

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
5	Свежий ветер	8,0–10,7 (9)	29–38 (33)	17–21 (19)	Вытягиваются и полощутся большие флаги; ветер переносит легкие предметы	Волны принимают хорошо выраженную форму
6	Сильный ветер	10,8–13,8 (12)	39–49 (43)	22–27 (25)	Начинают гудеть провода, снасти	Появляются волны большой высоты, их пенящиеся гребни занимают большие площади, ветер начинает срывать пену с гребней волн
7	Крепкий ветер	13,9–17,1 (15)	50–61 (55)	28–33 (31)	Слышится свист ветра около всех снастей, палубных надстроек и сооружений; возникают затруднения в ходьбе против ветра	Гребни очерчивают длинные валы; пена, срываемая ветром с гребней волн, начинает вытягиваться полосами по склонам волн
8	Очень крепкий ветер	17,2–20,7 (19)	62–74 (68)	32–40 (37)	Всякое движение против ветра заметно затрудняется	Длинные полосы пены, срываемой ветром, покрывают склоны волн и, местами сливаясь, достигают их подошв
9	Шторм	20,8–24,4 (23)	75–87 (81)	41–47 (44)	Возможны небольшие повреждения в палубных надстройках и сооружениях; сдвигаются с места неукрепленные предметы	Пена широкими, плотными, сливающимися полосами покрывает склоны волн, отчетливо поверхность моря становится белой; только местами у подошв волн видны свободные от пены участки

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
10	Сильный шторм	24,5–28,4 (27)	88–102 (95)	48–55 (51)	Возможны более значительные повреждения в оснастке и надстройках судна	Поверхность моря покрыта слоем пены; воздух наполнен водяной пылью и брызгами; видимость значительно ухудшена
11	Жестокий шторм	28,5–32,6 (31)	103–117 (110)	56–63 (59)	То же	Поверхность моря покрыта плотным слоем бурлящей пены; горизонтальная видимость ничтожна
12	Ураган	32,7 и более	118 и более	64 и более	Ветер производит опустошительные разрушения	То же
<i>Примечания.</i> *Информация о силе ветра в журнал КГМ-15 не заносится, а используется при консультации других судов о ветровом режиме, если имеются такие запросы. **Если судно лежит в дрейфе или стоит на якоре, состояние палубных надстроек, сооружений и оснастки судна обусловлено действием истинного ветра, а при движении судна – действием кажущегося ветра. ***В скобках приведенные значения средней скорости ветра.						

Скорость и направление истинного ветра на ходу судна не измеряются, а рассчитываются по скорости и направлению кажущегося ветра, по курсу и скорости движения судна. Расчет осуществляется с помощью вычислительных средств либо с помощью ветрочета КСМО-1М (круга Олевинского).

В аварийных ситуациях (при выходе из строя измерительных приборов), когда невозможно измерить скорость и направление кажущегося ветра, направление и скорость истинного ветра следует определять визуально: скорость – по состоянию поверхности моря (океана), направление – по направлению перемещения ветровых волн.

Расчет скорости V и направления d истинного ветра осуществляется по формулам:

$$V = \sqrt{(0,5144V_c)^2 + V_k^2} - 1,03V_cV_k \cos d_k; \quad (7)$$

$$d = d_c + d_k + \arcsin(0,5144V_c \sin \frac{d_k}{V}), \quad (8)$$

где V_c – скорость хода судна, уз; V_k – скорость кажущегося ветра, м/с; d_c – курс судна, ...°; град.; d_k – направление кажущегося ветра, отсчитываемое от курса судна, ...°.

Если направление кажущегося ветра определялось по отношению к географическому меридиану d_{kc} (например, по ветровому конусу и судовому компасу), то вместо d_k в формулах (7), (8) следует подставить разность $d_{kc}.d_c$.

В приложении Д10 в [12] приведены рекомендации по расчету функции $\arcsin x$ с помощью вычислительных средств.

Для расчета значений скорости V и направления d истинного ветра с помощью ветрочета КСМО-1М (далее – ветрочет) необходимо:

- перевести по табл. 4.2 (или по таблице, расположенной на обратной стороне ветрочета) среднюю скорость хода судна из узлов в м/с с округлением до 0,1 м/с;

- рассчитать направление кажущегося ветра относительно географического меридиана d_{kc} , если оно определено по отношению к курсу судна (например, по анеморумбометру): $d_{kc} = d_k + d_c$;

- повернуть верхний прозрачный круг ветрочета таким образом, чтобы градусное деление, соответствующее направлению кажущегося ветра, определенному по отношению к географическому меридиану d_{kc} , совпало с неподвижной стрелкой-указателем ветрочета (рис. 4.3);

- от центра круга отложить по направлению к стрелке-указателю в определенном масштабе расстояние, соответствующее измеренной на судне средней скорости кажущегося ветра V_k (м/с) и на конце отложенного отрезка поставить точку В (обычно одно деление круга принимается равным 1 м/с, а при больших скоростях ветра – 2 м/с);

- вновь повернуть верхний прозрачный круг ветрочета так, чтобы у стрелки-указателя находилось градусное деление, соответствующее значению истинного курса d_c ;

- от центра круга в выбранном масштабе отложить по направлению к стрелке-указателю расстояние, соответствующее измеренной скорости хода судна V_c (м/с) и на конце этого расстояния поставить точку К;

- вновь повернуть прозрачный круг так, чтобы точка В находилась под точкой К на линии, параллельной вертикальному диаметру нижнего круга, как показано на рис. 4.3;

- отсчитать градусное деление у стрелки-указателя и измерить расстояние между точками В и К в делениях круга: отсчитанное градусное деление у стрелки-указателя будет соответствовать направлению истинного ветра, а измеренное расстояние ВК – скорости истинного ветра (м/с) с учетом выбранного масштаба.

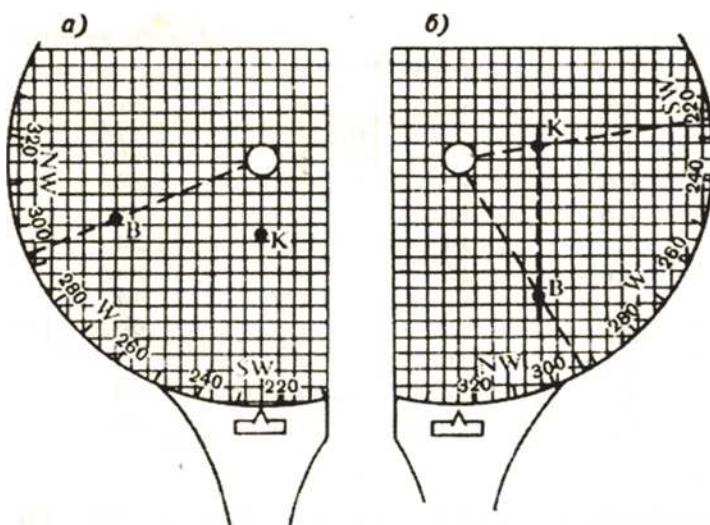


Рис. 4.3. Определение направления и скорости истинного ветра на ходу судна при помощи ветротчета КСМО-1

Пример. Расчет параметров истинного ветра по ветротчету.

Пусть курс судна $d_c = 225^\circ$, средняя скорость хода судна $V_c = 10$ уз, направление кажущегося ветра (относительно курса судна) $d_k = 67,5^\circ$, а скорость кажущегося ветра $V_k = 10$ м/с.

По табл. 4.2 скорость хода судна равна 5,1 м/с; сумма курса судна и направления кажущегося ветра $d_c + d_k = 292,5^\circ$.

Под стрелку-указатель ветротчета подводим деление $292,5^\circ$. Считая одно деление сетки равным 1 м/с, откладываем от центра круга вниз 10 делений и ставим точку В. Поворачиваем круг так, чтобы у стрелки-указателя находилось градусное деление 225° , и

опять, считая одно деление сетки равным 1 м/с, откладываем от центра круга по направлению к стрелке-указателю значение скорости, соответствующее 5,1 делений, и ставим точку К.

Вновь поворачиваем круг так, чтобы точки В и К оказались на линии, параллельной вертикальному диаметру круга, и точка В была под точкой К, как на рис. 4, б. Тогда около стрелки-указателя ветрочета будет градусное деление 322°, которое соответствует значению направления истинного ветра. Это значение округляем до десятков градусов, т.е. до 32. Расстояние ВК оказалось равным 9,4 делений, с учетом принятого масштаба скорость истинного ветра также равна 9,4 м/с. Это значение округляем до целых – 9.

Полученные результаты 32 и 9 записываем в соответствующие графы журнала КГМ-15 и включаем в синоптическую радиограмму.

Примечание. Истинный ветер отклоняется от курса больше, чем кажущийся ветер, и дует с того борта, с которого дует кажущийся ветер. Это правило полезно запомнить для самопроверки при вычислении направления истинного ветра.

Таблица 4.2

Перевод скорости ветра из узлов в м/с

Скорость ветра					
уз	м/с	уз	м/с	уз	м/с
1	0,5	11	5,7	21	10,8
2	1,0	12	6,2	22	11,3
3	1,5	13	6,7	23	11,3
4	2,1	14	7,2	24	12,3
5	2,6	15	7,7	25	12,9
6	3,1	16	8,2	26	13,4
7	3,6	17	8,7	27	13,9
8	4,1	18	9,3	28	14,4
9	4,6	19	9,8	29	14,9
10	5,1	20	10,3	30	15,4

Определение направления истинного ветра по компасу или пеленгатору

При выходе из строя ветроизмерительных приборов направление истинного ветра оценивается по направлению перемещения ветровых волн, наблюдаемых вдали от судна, где они не искажены

волнами, вызываемыми самим судном, а также волнами, отраженными от его корпуса или других объектов. В течение нескольких секунд следует определить направление, откуда перемещаются ветровые волны, после чего с помощью компаса или пеленгатора измерить это направление относительно географического меридиана с точностью до 5° , которое и будет соответствовать направлению истинного ветра. При использовании пеленгатора необходимо его визир установить параллельно фронту гребней ветровых волн, а затем повернуть визир на 90° навстречу движению волн и по картушке компаса отсчитать направление истинного ветра.

Необходимо помнить, что пенистые гребни ветровых волн всегда располагаются перпендикулярно направлению истинного ветра, поэтому при наличии пены на гребнях волн также с помощью компаса можно оценивать направление истинного ветра.

При визуальных оценках скорость истинного ветра следует определять с помощью табл. 4.1 по наблюдаемому состоянию поверхности моря (океана). Такие оценки следует производить только при определенных навыках и только в открытом море (океане) и нельзя – при наличии береговой черты, островов, рифов с наветренной стороны судна.

При нахождении судна в дрейфе или при стоянке на якоре скорость ветра, определяемая по прибору, принимается равной скорости истинного ветра.

Направление ветра, определяемое по компасу и выпелу относительно географического меридиана, принимается за направление истинного ветра.

К стихийным гидрометеорологическим явлениям (СГЯ) относят гидрометеорологические явления или комплекс величин, которые по своему значению, интенсивности, продолжительности или времени воздействия могут нанести (или нанесли) ущерб отдельным отраслям народного хозяйства и представляют угрозу безопасности населения (в море, океане – угрозу безопасности мореплавания).

В частности, к стихийным морским гидрометеорологическим явлениям относят ветер:

- средняя скорость которого 25 м/с и более, для акватории арктических и дальневосточных морей – 30 м/с и более;
- максимальная скорость 25 м/с и более, для побережий океанов, арктических и дальневосточных морей – 35 м/с и более;
- шквал при максимальной скорости ветра 25 м/с и более.

Следует напомнить, что шквал – это резкое усиление ветра в течение короткого времени, сопровождающееся изменениями его направления. Скорость ветра при шквалах нередко превышает 20–30 м/с, продолжительность обычно составляет несколько минут.

В условиях, когда скорость ветра (мгновенная, средняя или максимальная) устойчиво приближается к критическим значениям критериев СГЯ, необходимо составлять штормовые сообщения. Скорость и направление истинного ветра при этом следует определять через каждые 30 мин. Результаты вычислений вместе с данными о скорости и направлении кажущегося ветра, курсе судна и его скорости записывают в журнал КГМ-15 в графу «Дополнительные сведения о СГЯ».

4.3. Морские волны

В море под воздействием ряда природных сил происходят волновые колебания водных масс, основными из которых являются следующие:

- ветровые, вызываемые воздействием ветра на поверхность моря;
- анемобарические, обусловленные воздействием атмосферного давления, значительно изменяющегося в горизонтальном направлении;
- приливные, возникающие под действием периодических сил притяжения Луны и Солнца;
- сейсмические (цунами), связанные с резкими смещениями больших масс вод в результате подводных землетрясений или извержения подводных и прибрежных вулканов.

Наиболее часто в морях и океанах судоводителям приходится встречаться с ветровыми волнами. Волны вызывают качку судна, заливают палубу, уменьшают скорость хода, при сильном шторме наносят повреждения, которые иногда приводят к гибели судна.

Волновые колебания, происходящие под воздействием природной силы, называются вынужденными, когда действие силы прекращается, наблюдаются свободные (инерционные) колебания.

По изменчивости элементов волн во времени выделяют неустановившиеся волны, изменяющие свои элементы во времени, а также установившиеся, которые не меняют свои элементы во времени.

По соотношению длины волны и глубины моря различают волны короткие, у которых длина волны значительно меньше глу-

бины моря, и длинные, у которых длина волны значительно больше глубины моря.

К основным геометрическим элементам волны относят: гребень, ложбину, вершину, подошву, высоту и длину волны, её крутизну, период и фазовую скорость. Для определения этих элементов введем понятия «волновой профиль» и «средняя волновая линия».

Волновой профиль – кривая, получаемая в результате сечения взволнованной поверхности моря вертикальной плоскостью в заданном направлении (рис. 4.4).

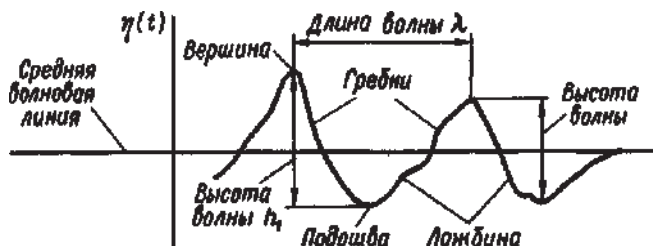


Рис. 4.4. Волновой профиль и его основные элементы

Средний волновой уровень волнового профиля – линия, пересекающая волновой профиль так, что суммарные площади выше и ниже этой линии одинаковы.

Гребень – часть волны, расположенная выше среднего волнового уровня.

Вершина – наивысшая точка гребня волны.

Ложбина – часть волны, расположенная ниже среднего волнового уровня.

Подошва – самая нижняя точка ложбины волны.

Высота h – превышение вершины волны над соседней подошвой на волновом профиле, проведенном в генеральном направлении распространения волн.

Длина λ – горизонтальное расстояние между вершинами двух смежных гребней на волновом профиле, проведенном в генеральном направлении распространения волн.

Крутизна ε – отношение высоты данной волны к ее длине.

Фронт волны – линия на плане взволнованной поверхности, проходящая по вершинам гребня волны.

Направление распространения волны – направление, откуда перемещается фронт волны, отсчитываемое от норда.

Периоды волны τ – интервал времени между прохождением двух смежных вершин через фиксированную точку поверхности.

Скорость волны c (фазовая скорость) – скорость перемещения гребня волны в направлении ее распространения, которая определяется за короткий интервал времени, порядка периода волны.

За период волны τ профиль ее смещается на расстояние, равное длине волны λ , поэтому длина, период и скорость волны определяются зависимостью $\lambda = c \tau$.

Волны, возбуждаемые ветром на поверхности моря, подразделяются на два основных типа: ветровые и зыбь. Ветровые волны находятся под непосредственным воздействием ветра, зыбь – это волнение, оставшееся после ветра, его вызвавшего, или ослабевшего, или изменившего свое направление более чем на 45° .

В море часто наблюдается смешанное волнение, при котором одновременно существуют ветровые волны и зыбь, которая пришла из другого района или образовалась на месте при изменении ветровых условий.

Порой мореплавателям приходится встречаться с особой формой волнения – толчеей, которая образуется двумя или несколькими системами волн, которые распространяются в разных направлениях. Направление распространения толчеи на практике определить весьма затруднительно. При толчее волны очень крутые с короткими конусообразными гребнями, потерявшие видимое направление и как бы «танцующие» на месте.

На поверхности моря одновременно существуют волны самых различных размеров и характера. Физический процесс ветрового волнения можно представить себе в виде непрерывного спектра волн, различных по высоте, длине, периоду и другим характеристикам. Следовательно, ветровое волнение нужно рассматривать как сложный волновой процесс, представляющий собой взаимодействие большого числа простых волн.

Различная скорость распространения волн приводит к тому, что одни волны нагоняют другие и сливаются, т.е. происходит интерференция волн. В результате создаются группы волн и отдельные волны значительной высоты, они образуются без какой-либо определенной периодичности. Несколько волн подряд имеют примерно одинаковые размеры, затем появляется волна большего раз-

мера, образованная в результате интерференции двух-трех и более волн, а далее следуют маленькие волны и снова одна или несколько почти одинаковых больших.

В информации, поступающей от гидрометеорологических центров, высота волн зачастую дается с 3%-й обеспеченностью. Например, если дана высота волны 6 м, то это означает, что из 100 волн средняя высота трех самых высоких волн будут иметь высоту 6 м, все остальные волны ниже 6 м. В атласах и пособиях информация о волнении может даваться и с другим процентом обеспеченности, что обязательно оговаривается.

Когда ветровые волны или волны зыби достигают малых глубин, равных или меньших половины средней длины волн, тогда на их форму и размеры начинает оказывать влияние дно – волны становятся более крутыми и менее длинными. Такие волны принято называть ветровыми волнами мелководья или зыбью мелководья. Глубина моря, равная половине средней длины волн, приближенно может служить границей, где ветровые волны и зыбь переходят в волны мелководья.

Практически отличить ветровое волнение от зыби, особенно если зыбь распространяется при безветрии (мертвая зыбь), не представляет затруднения. Внешний вид ветровых волн и волн зыби резко отличен. Трудно определить характер волнения в следующих случаях:

а) распространяется мертвая зыбь и начинает дуть ветер, совпадающий по направлению с зыбью;

б) в район моря, охваченный ветром, вызывающим ветровое волнение, приходит зыбь из соседнего района моря;

в) ветер, который вызвал ветровое волнение, быстро меняется по направлению или по силе в сторону ее уменьшения, или эти изменения происходят одновременно.

В случае если определение типа волнения вызывает затруднение, то предпочтение отдается ветровому волнению.

При наблюдениях за элементами волн следует учитывать основные различия между ветровыми волнами и зыбью:

- направление ветровых волн (как и направление действующего ветра) и направление волн зыби часто отличаются на 45° и более;

- профиль волны зыби имеет правильный (сглаженный) вид в виде синусоиды без вторичных гребней и ложбин в отличие от «рваного» профиля ветровых волн, имеющего вторичные гребни и ложбины;

- наветренная сторона ветровых волн более пологая и длинная по отношению к подветренной стороне волны, крутой и короткой; у зыби обе стороны волны примерно одинаковы.

4.4. Порядок измерения (определения) элементов морского волнения

Направлением распространения волн называется угол, образованный перпендикуляром к фронту волны и истинным меридианом. В открытом море вдали от берегов направление ветровых волн обычно совпадает с направлением ветра или отличается от него менее чем на 45° . Поэтому фиксируется только направление распространения волн зыби.

Более точное направление распространения волн зыби можно определить следующим образом: направить пеленгатор компаса вдоль линии фронта волны и заметить его показания; после этого повернуть пеленгатор на 90° по направлению движения волн, отсчитать обратный компасный пеленг и ввести общую поправку компаса.

Высота волны измеряется и передается в полуметрах. Высота волны является важной характеристикой волнения. При любом волнении в море высота отдельных, следующих друг за другом волн, не бывает одинаковой, крупные волны сменяются более мелкими и наоборот.

При визуальном определении высоты волн следует знать следующее:

а) при слабом волнении, когда гребни волн не возвышаются над линией горизонта, высоту волн на глаз лучше определять, находясь ближе к уровню воды; волны нужно наблюдать на некотором отдалении от судна, там, где они не сталкиваются с корабельными волнами, отраженными от судна;

б) при наличии пены на гребнях волн смотреть на поверхность моря надо так, чтобы в поле зрения наблюдателя находились борт судна и его надстройки вдоль борта, по высоте которых можно определить высоту волн;

в) при сильном волнении отдельные крупные волны проектируются на линию морского горизонта, определение их высоты проводится в те моменты, когда палуба судна занимает горизонтальное положение. Наблюдатель должен находиться на такой высоте (на верхнем мостике, надстройках, палубах), с которой в моменты наибольшего опускания судна в ложбины волн гребни наиболее

крупных волн кажутся ему на одной линии с горизонтом. В этом случае высота волны будет равна высоте глаза наблюдателя над ватерлинией.

При ветровом волнении для определения высоты волны выбирают волны с хорошо выраженными пенистыми гребнями, в тот момент, когда наблюдаемый гребень волны, надвигающейся на наблюдателя, начнет заваливаться. Но нельзя ждать того момента, когда вершина гребня уже сорвется и начнет в виде пены растекаться по склону волны.

Для определения средней высоты наиболее крупных волн оцениваются высоты пяти-шести волн, из них выбирается максимальная высота и ее значение записывается в журнал.

Период волны измеряется секундомером или по часам с секундной стрелкой. На ходу судна определяют период отдельных хорошо выраженных наиболее крупных волн по пятнам пены, которая почти всегда бывает на поверхности моря или по небольшим плавающим предметам, выброшенным за борт. Когда пена или плавающий предмет (ориентир) окажется на гребне волны, включают секундомер. Когда ориентир окажется на очередном гребне волны, секундомер выключают, его показания записывают. Так поступают 3–5 раз. Из суммы полученных периодов вычисляют средний период, его округляют до целых секунд.

При нахождении судна в дрейфе или на якоре определяется средний период десяти хорошо выраженных, последовательно идущих волн.

При появлении в море плавучих льдов наблюдения над волнением продолжают до тех пор, пока наличие льдов не помешает различать очертание гребней и подошв отдельных волн.

Ввиду того, что наблюдение над волнением моря в лабораторных условиях невозможно произвести, необходимо ознакомиться со всеми существующими методами определения элементов волнения, используя литературу.

При достижении высоты волны критериев СГЯ:

- для прибрежных районов – высота волн 4 м и более;
- для акваторий океанов – высота волн 8 м и более;
- для акваторий морей – высота волн 6 м и более

наблюдения за волнами производятся каждые 30 мин, составляются штормовые оповещения о начале возникновения явления и его интенсивности.

4.5. Правила кодирования характеристик ветра и волнения моря

При передаче результатов наблюдения на береговые радиометцентры группа общего количества облаков, направления и скорости истинного ветра ($Nddff$) включается в радиограмму всегда. Если по какой-либо причине направление и скорость ветра не определены, то группа в радиограмме имеет вид $N////$, в журнале КГМ-15 – +++++.

N – общее количество облаков (часть небосвода, покрытая облаками всех форм), кодируется по коду КН-01с;

dd – направление истинного ветра, кодируется в десятках градусов от 00 до 36, где 30° кодируется как 03, 120° – как 12, 320° – как 32 и т.д. Если число градусов направления ветра оканчивается на 5, то к этому числу прибавляют еще 5 и от получившегося значения отбрасывают ноль. Например, направление ветра 185° кодируется как 19, а 184° – как 18. При штиле направление ветра кодируется цифрами 00, при переменном направлении ветра – цифрами 99 (при северном ветре используются цифры кода – 36);

ff – скорость истинного ветра в целых м/с, если скорость ветра меньше 10 м/с, то на месте первой цифры ставится ноль. При отсутствии ветра на месте ff ставится 00.

Например, группа $Nddff$ будет закодирована как 71407. Следует понимать, что общее количество облаков составляет 9 баллов, ветер юго-восточный 7 м/с.

Группа ветрового волнения ($2P_wP_wH_wH_w$) в радиограмму включается всегда, кроме случая, когда ветровой волны нет, а есть только зыбь.

Период ветровых волн (P_wP_w) кодируется в целых секундах. Если из-за хаотичности волнения период ветровых волн установить невозможно, то P_wP_w кодируется числом 99; если период ветровых волн не определен по какой-либо другой причине, на месте P_wP_w в радиограмме ставят две дробные черты //, в журнале КГМ-15 – два ++.

Высота ветровых волн (H_wH_w) кодируется в полуметрах. Имеется в виду средняя высота наиболее крупных волн.

Если и период, и высоту ветровых волн определить невозможно вследствие хаотического (беспорядочного) волнения моря, группа $2P_wP_wH_wH_w$ в радиограмме имеет вид 299//, в журнале КГМ-15 – 299++; если период и высота волн не оценивались по какой-либо другой причине, группа в радиограмме имеет вид 2////, в журнале КГМ-15 – 2++++.

Группа направления перемещения волн зыби ($3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}$) первой системы ($d_{w1}d_{w1}$) и второй системы ($d_{w2}d_{w2}$) кодируется в десятках градусов от истинного севера.

Периоды волн зыби первой и второй системы, высоты волн зыби первой и второй системы кодируются так же, как период и высота ветровых волн в группах с отличительными 4 и 5.

Если зыби нет или наблюдается хаотическая зыбь, то группы зыби в радиограмму не включаются. Если период и высота волн определены и группы $4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}$ и $5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$ (одна из них или обе) в радиограмму включены, а направление перемещения волн зыби не определено, группа $3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}$ включается в телеграмму в виде 399//, в журнал КГМ-15 – 399++ (при наличии одной системы волн зыби) или 39999 (при наличии двух систем волн зыби).

Если наблюдается одна система зыби, то в радиограмму включаются 3-я и 4-я группы, а 5-я группа не включается. Если наблюдаются две системы зыби, но у второй не удалось определить направление, период и высоту, то в радиограмму также включаются только 3-я и 4-я группы.

4.6. Чтение характеристик ветра и морских волн с карт погоды

Направление ветра на картах погоды (фактических, прогностических) наносится лучом, откуда ветер дует. Северный, северо-восточный ветер, например, будет изображен как луч, направленный с севера, северо-востока на кружок станции (рис. 4.5). Оперение на этом луче соответствует определенной скорости ветра. Для скоротчения можно считать большое перо равным 5 м/с, маленькое – 2–3 м/с, треугольник – 25 м/с, другие варианты складывать из трех перечисленных. В приложении в табл. П2.1 приведены точные соотношения между количеством перьев в наноске и скоростью ветра в м/с или узлах.

На рис. 4.6 изображены примеры наноски ветра и волнения моря на картах анализа волны. Направление и скорость ветра изображаются так же, как на приземных картах погоды. От кружка станции как продолжение направления ветра ставится небольшая стрелка, указывающая направление распространения ветровых волн (рис. 4.6). Произвольно, строка над строкой, указываются характеристики ветрового волнения и волн зыби: период (в секундах) и через косую черту – высота волн (в метрах). Распространение волн зыби можно распознать по небольшой стрелке, стоящей перед

периодом волн зыби. Волны зыби могут быть одной или двух систем с соответствующим числом строк при нанеске, иногда волны зыби или ветровое волнение могут вообще отсутствовать.

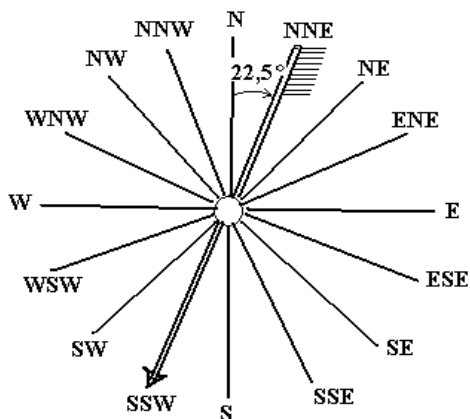


Рис. 4.5. Румбовая система отсчета направления ветра



Рис. 4.6. Наноска параметров волнения на картах анализа волны

На приведенном примере нанеске следует читать следующим образом:

1) ветер северо-восточный 7–8 м/с; ветровые волны имеют период 6 с, высоту – 1,5 м, распространяются на юго-запад. Зыбь имеет период 8 с, высоту – 2,5 м, направление восточное;

2) ветер юго-западный 4–6 м/с; ветровые волны имеют характеристики: период 5 с, высота 2,0 м, распространяются на северо-восток. Волны зыби первой системы: период 8 с, высота 2,0 м, направление северо-восточное. Волны зыби второй системы: период 7 с, высота 1,0 м, направление восточное.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Изучить тему «Гидрометеорологические наблюдения за ветром и волнением моря на морских станциях», составить краткую записку. Записка должна включать разделы:

- состав и порядок производства наблюдений за ветром и волной;
- передача изучаемых параметров кодом КН-01с;
- методы и средства наблюдений и измерений истинного ветра и волнения моря на судне.

5.2. Изучить приборы для измерения характеристик ветра. Измерить направление и скорость кажущегося ветра, с помощью ветрочета вычислить направление и скорость истинного ветра.

Для выполнения задания воспользоваться данными табл. 4.3, где заданы параметры движения судна по вариантам.

5.3. Составить группы кода КН-01с с характеристиками истинного ветра и волнения для своего варианта.

5.4. Расшифровать группы с характеристиками ветра и волнения моря в телеграммах (телеграммы представлены в прил. 1). Определить параметры ветра и волнения на картах погоды и картах анализа волнения (прил. П.2.3).

Таблица 4.3

**Параметры движения судна (в узлах и градусах соответственно)
и волнения моря (в метрах, секундах и градусах соответственно)**

№ варианта	Параметры движения судна и волнения моря				
	$\vec{v}_c$, узлы	dc , градусы	Ветровое волнение, метры и секунды	Зыбь I системы, метры, секунды и градусы	Зыбь II системы, метры, секунды и градусы
1	10	270	1,5; 7	2,0; 10; 200	Нет
2	8	240	0,5; 10	1,0; 12; 20	2,5; 15; 90
3	12	90	1,0; 9	2,5; 15; 180	Нет
4	15	80	1,5; 7	3,5; 9; 90	4,0; 12; 180
5	13	180	2,5; 9	2,5; 12; 160	4,0; 15; 230
6	15	270	Нет	2,0; 9; 210	Нет
7	12	220	1,5; 10	2,5; 12; 30	3,0; 16; 330
8	9	320	2,0; 7	3,0; 12; 240	3,5; 15; 350
9	11	100	2,5; 8	3,5; 13; 340	4,0; 15; 90
10	15	140	3,5; 12	4,0; 15; 130	3,0; 13; 210

Вопросы для самопроверки

1. Что такое ветер? Какие характеристики ветра вы знаете?
2. Опишите устройство анемометра. Каковы правила определения скорости ветра с помощью анемометра МС-13?
3. Что такое ветер кажущийся и ветер истинный в условиях движения судна? Опишите технику нахождения истинного ветра на судне.
4. Какие виды волнения моря вам известны?
5. Чем на практике отличаются волны зыби от ветрового волнения?
6. Чем отличается установившееся волнение от неустановившегося?
7. Какие параметры волн определяются на судовых гидрометеорологических станциях?
8. Как согласуются направление ветра и направление распространения ветровых волн?

Лабораторная работа 5

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОБЛЕДЕНЕНИЕМ СУДОВ И ЛЬДАМИ В МОРЕ

1. Цель работы

Закрепить знания по разделу «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях» и получить практические навыки наблюдения за обледенением судов и ледовыми условиями на море.

2. Задания

2.1. Изучить тему «Наблюдения за обледенением судов и льдами в море», составить краткую записку.

2.2. Определить вид обледенения судна и составить группу синоптической радиограммы.

2.3. Определить сплоченность и возрастные характеристики льда, составить группу кода КН-01с о состоянии морского льда.

2.5. Расшифровать группы кода КН-01с, содержащие характеристики обледенения и льда в море.

Учебное время: 4 ч.

3. Материалы

Атлас ледовых образований [2].

4. Теоретическая часть

4.1. Обледенение судна

Под обледенением судов понимается образование льда на верхних конструкциях судна: корпусе, палубах, надстройках, рангоуте и такелаже. Причиной обледенения прежде всего являются брызги морской воды, образующиеся при ударе волн о корпус судна, а также заливание судна при накате морской воды на палубу судна. Иногда наблюдается и пресноводное обледенение, в основном, из-за тумана и выпадения переохлажденного дождя или мокрого снега.

Обледенение из-за тумана не бывает серьезным в связи с очень малой водностью тумана – не более 2 г/м^3 . Обледенение же за счет переохлажденного дождя и мокрого снега бывает редко, поскольку редки сами эти явления. Что же касается снегопада, то при брызго-

вом обледенении выпадение снега существенно усугубляет тяжесть обледенения из-за увеличения количества льда и его опреснения. Лед становится более прочным, образуется при более высокой температуре.

Обледенение опасно для всех судов, но особенно – для судов малотоннажных и низкобортных. При обледенении судно:

- во-первых, получив дополнительный груз, теряет запас плавучести, который может стать нулевым;
- во-вторых, получив груз выше центра тяжести, ухудшает остойчивость, которая может стать критической;
- в-третьих, получив груз не симметрично, меняет посадку, что приводит к ухудшению управляемости и маневренности.

Основными гидрометеорологическими параметрами, обуславливающими обледенение судна, являются: температура воздуха (поскольку температура верхних устройств судна определяется и практически равна ей); температура воды (слишком высокая температура воды не дает возможности быстро образоваться льду, и вода стекает); скорость ветра (ветер определяет волнение на море, забрасывает и распределяет брызги воды по судну).

Пресноводное обледенение за счет тумана, переохлажденного дождя и мокрого снега начинается при температуре воздуха 0 °С и ниже, при любом ветре, в том числе и при штиле, и при любом значении температуры морской воды.

При пресноводном обледенении лед располагается равномерно по всему судну или несколько в большем количестве на наветренных частях устройств судна. Интенсивность этого обледенения не зависит от архитектуры корпуса судна и высоты его борта.

Основной причиной обледенения являются морские брызги, которые образуются при ударах корпуса судна о волны. Интенсивность брызгового обледенения зависит от типа судна, параметров воды, попадающей на судно, скорости судна и курсового угла волны.

На основании натурных испытаний установлена следующая *классификация интенсивности обледенения*:

- слабое обледенение – скорость нарастания льда не более 1,5 т/ч, возникающее при силе ветра до 5 баллов, температуре воздуха до -5 °С;
- умеренное обледенение – скорость нарастания льда от 1,5 до 3 т/ч, возникающее при силе ветра более 6 баллов, температуре воздуха от -6 до -9 °С;

- сильное обледенение – скорость нарастания льда от 3 до 5 т/ч, возникающее при силе ветра более 6 баллов, температуре воздуха -10 °С и ниже;

- катастрофическое обледенение – скорость нарастания льда более 5 т/ч, возникающее при силе ветра более 8 баллов, температуре воздуха -15 °С и ниже.

География обледенения

На дальневосточных морях обледенение отмечается в северной половине Японского моря, над всей акваторией Охотского и большей частью Берингова морей, в самой северной части Аляскинского залива и районах Тихого океана вблизи Курильской гряды и юго-восточного побережья Камчатки.

В Японском море случаи обледенения начинаются в ноябре и заканчиваются в марте. В северной половине Охотского моря обледенение начинается также в ноябре, а в декабре может иметь место над всей акваторией. Заканчивается здесь обледенение в апреле. В северной части Берингова моря обледенение наблюдается уже в октябре, а к февралю зона обледенения занимает почти всю акваторию моря, исключая районы, прилегающие к Алеутской гряде. Заканчивается обледенение в апреле.

Обледенение в данных районах возможно только в случае отсутствия ледяного покрова, так как в противном случае невозможно образование волн.

В северных районах Аляскинского залива, районах Тихого океана вдоль Курил и к юго-востоку от полуострова Камчатка обледенение чаще всего отмечается в декабре–феврале (рис. 5.1).

Борьба с обледенением прежде всего заключается в предварительной подготовке судна для плавания в зоне возможного обледенения. На каждом судне должно быть достаточное количество (по количеству экипажа) инструмента для ручной сколки льда, страховочных поясов, а на все палубные механизмы должны иметься чехлы. С верхних палуб промысловых судов должно быть все убрано: тара, трюсовые бухты, лес и пр. На транспортных судах палубные грузы располагаются таким образом, чтобы не закрывали штормовые портики и не мешали стоку воды за борт. Перегруз судна не допустим, запас плавучести должен быть также максимальным.

При предварительной проработке маршрута и района работ должны быть тщательно изучены все имеющиеся климатологические материалы по гидрометеорологическому режиму акватории.

Следует уточнить центры гидрометеорологической информации, частоты, время выхода в эфир, виды информации.

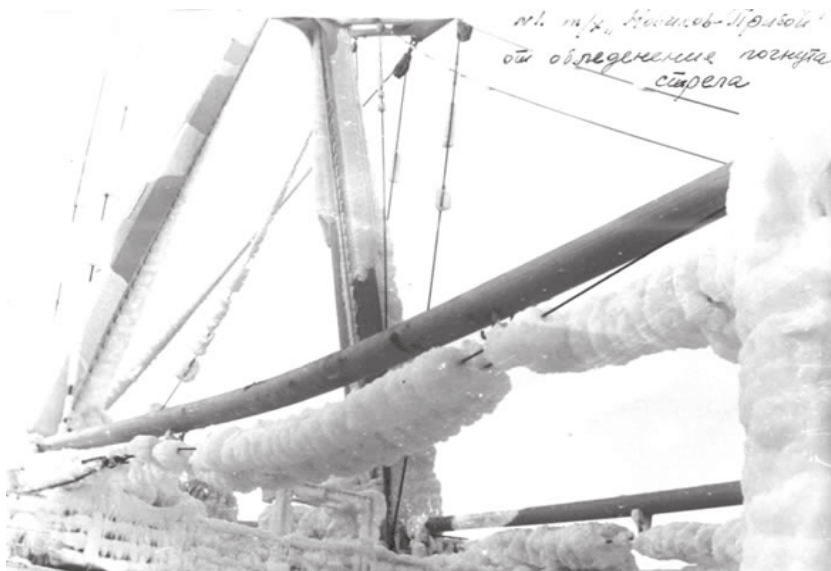


Рис. 5.1. Пример обледенения судна т/х «Новиков-Прибой»,
17 января 1972 г., Аляскинский залив

Совершенно необходимо на каждом судне или на группу судов, работающих в одном районе, иметь аппаратуру для приема факсимильных карт погоды.

Внимательный, квалифицированный анализ карт погоды — лучший способ оградить себя от неожиданностей погоды и, в частности, предусмотреть возможность обледенения.

Практически все случаи умеренного и тем более сильного обледенения наблюдаются при ветрах северной четверти горизонта. Давление после падения или ровного хода, но при низком значении (менее 1000 гПа) растет, причем, чем сильнее рост давления, тем выше вероятность обледенения.

Следует помнить, что интенсивность обледенения со временем нарастает экспоненциально за счет увеличения площади поверхностей, подверженных обледенению.

При плавании в зоне обледенения в случае отсутствия укрытия рекомендуется привести судно прямо носом на волну, уменьшив скорость до минимальной, при которой оно еще управляемо и менее всего получает брызг. Наиболее неблагоприятные курсовые углы – 30–60°, при них наибольшее количество брызг забрасывается на судно.

Наиболее эффективный способ избежать обледенения – зайти в ледовые поля, что приходится делать, несмотря на то, что это запрещено для судов неледového класса. Входить лучше с подветренной стороны, где лед более разрежен. Наиболее благоприятный вариант – укрытие в удобной бухте.

Синоптические условия образования обледенения

На дальневосточных морях 98 % умеренных и сильных обледенений наблюдается при ветрах северных направлений. Более 50 % всех обледенений – обледенения муссонного типа, т.е. при ветрах с берега. Муссонные обледенения – самые продолжительные по времени действия.

Наиболее вероятным по синоптическим условиям местом возникновения обледенения максимальной интенсивности является тыл циклона.

Местные признаки приближения обледенения:

- заход ветра к северным направлениям;
- усиление ветра до 5 баллов и более;
- рост давления после его падения;
- понижение температуры до -5 °C и ниже.

При появлении обледенения определяют его причину, характеристику и измеряют толщину отложения льда.

Определение причины обледенения (I_s). Причина обледенения – вид отдельного явления или сочетание явлений, обуславливающих появление ледяного отложения на различных частях судна при отрицательной температуре воздуха, определяется визуально. В журнал КГМ-15 и в синоптическую радиограмму заносятся данные в цифрах кода в соответствии с табл. 5.1.

Измерение толщины отложения льда (E_sE_s) при обледенении. Толщина отложения льда при обледенении – это высота отложения льда, определяемая по нормали к поверхности, на которой образовалось отложение; измеряется с точностью до 1 мм с помощью линеек, реек, угольников и других средств измерений, предназначенных для определения линейных размеров предметов.

Таблица 5.1

Причины появления льда на надстройках судна

Описание явлений, являющихся причиной обледенения	Краткое название явлений (по действующему коду КН-01с)	Цифры кода
Замерзание брызг морской воды, ледяной «каши», «сала», «шуги», снежуры, а также забортной воды, попадающих на палубу и надстройки судна при волнении и сильном ветре, урагане, шторме	Морские брызги	1
Замерзание оседающих капель тумана	Туман	2
Замерзание брызг морской воды, ледяной «каши», «сала», «шуги», снежуры, а также забортной воды, попадающих на палубу и надстройки судна при волнении и сильном ветре, урагане, шторме, или замерзание попадающей на судно забортной воды при одновременном замерзании оседающих капель тумана	Брызги и туман	3
Замерзание капель дождя (мороси), снега, попадающих на судно	Дождь	4
Замерзание брызг морской воды, ледяной «каши», «сала», «шуги», снежуры, попадающих на палубу и надстройки судна вместе с осадками (с дождем, моросью, снегом)	Брызги и дождь	5

Средняя толщина отложения льда на судне определяется при обледенении по результатам измерений в трех точках судна: на планшире фальшборта левого и правого бортов и в месте наибольшего нарастания льда (на леерном ограждении носовой части шлюпочной палубы или на лобовой стенке ходовой рубки и т.д.). При авральных работах в условиях обледенения не следует скалывать лед в местах, выбранных для замеров толщины его отложения, о чем должны быть предупреждены члены экипажа судна.

Измерение толщины отложения льда при обледенении начинают с момента появления отложения до полного его исчезновения.

Время измерений – за 10–15 мин до срока наблюдений. Если же при визуальных наблюдениях видно, что обледенение усиливается,

ется, измерение толщины отложения льда следует производить ежечасно с целью своевременного определения опасной для судна скорости нарастания льда.

При замерах толщины отложения льда необходимо:

- в трех выбранных точках сделать скол льда перпендикулярно к поверхности, на которой образовалось обледенение;

- с помощью линейки или другого средства замерить толщину отложения льда с точностью до 1 мм;

- по результатам измерений рассчитать среднюю толщину отложения льда H (с округлением до целых сантиметров) по формуле $H = (H_1 + H_2 + H_3)/30$, где H_1 , H_2 и H_3 – значения толщины отложения льда в срок наблюдений, полученные по измерениям в трех точках судна в мм.

В случаях когда все же в местах замеров лед был удален, толщина отложения льда при обледенении измеряется по нескольким кускам сколотого льда.

Определение характеристики обледенения (R_s). Характеристика обледенения – скорость нарастания льда или его разрушения по причине таяния или взламывания или таяния и взламывания вместе. Характеристика обледенения непосредственно не измеряется, а рассчитывается по следующей формуле с точностью до 0,1 см/ч:

$$R_s = (H_t - H_{t-\Delta t})/\Delta t, \quad (9)$$

где H_t и $H_{t-\Delta t}$ – средние значения толщины отложения льда в срок наблюдений t и за предыдущий срок $t-\Delta t$, см; Δt – промежуток времени, за который определяется характеристика обледенения, ч; $\Delta t = 6$ ч при скорости нарастания льда $R_s < 0,7$ см/ч и $\Delta t = 1$ ч при $R_s > 0,7$ см/ч.

В журнал КГМ-15 и синоптическую или штормовую радиogramму характеристика обледенения записывается в цифрах кода в соответствии с табл. 5.2.

Определение параметров обледенения при достижении ими критериев СГЯ

В тех ситуациях, когда скорость нарастания отложения льда составляет 0,7 см/ч и выше (при $R_s > 0,7$ см/ч), необходимо:

- в эфир передать штормовое сообщение в соответствии с действующим кодом КН-01с;

- определять причины, характеристику и толщину отложения льда ежечасно до тех пор, пока скорость нарастания льда по расчетам окажется менее 0,7 см/ч.

Таблица 5.2

Характеристика обледенения судна

Характеристика обледенения судна R_s		Цифры
Описание	По действующему коду КН-01с	кода
Лед не нарастает ($R_s = 0$)	Лед не нарастает	0
Лед нарастает медленно ($0 < R_s < 0,7$ см/ч)	Лед нарастает медленно	1
Лед нарастает быстро ($R_s \geq 0,7$ см/ч)	Лед нарастает быстро	2
Лед тает или взламывается медленно ($0 > R_s > -0,6$ см/ч)	Лед тает или взламывается медленно	3
Лед тает или взламывается быстро ($R_s \leq -0,6$ см/ч)	Лед тает или взламывается быстро	4

Запись результатов определения параметров обледенения

Причина и характеристика обледенения заносятся в журнал КГМ-15 и включаются в синоптическую или штормовую радиogramму в цифрах действующего кода КН-01с, а толщина отложения льда – в целых сантиметрах в виде двузначного числа: 2 см в виде 02; 12 см в виде 12 и т.д.

Данные ежечасных определений параметров обледенения заносятся в журнал КГМ-15 в таблицу «Дополнительные сведения о СГЯ». В случае очень интенсивного обледенения (при скорости нарастания льда более 0,7 см/ч и когда под массой льда обрываются провода, такелаж, из-за отложения льда не различимы надстройки, судно теряет остойчивость) в этом же разделе необходимо подробно описать условия, при которых наблюдалось обледенение, характер проявления обледенения (какие части судна покрыты льдом, причины обледенения, в каких местах льда больше или где лед отсутствует, максимальные и минимальные значения толщины отложения льда и т.п.).

4.2. Лед в море

Более 15 % поверхности Мирового океана покрывается льдами. К концу зимы в каждом полушарии границы распространения плавучих льдов в Мировом океане несколько смещаются в более низкие широты, а к концу лета – в более высокие.

Мощность образования льдов на океанах и морях, характер и распространение ледяного покрова, а также его продолжительность

зависят от температурного и ветрового режима осени и зимы и запаса тепла, накопленного водой в течение лета. В связи с этим сроки появления льда и замерзания, время вскрытия и очищения ото льда могут для одних и тех же районов изменяться от года к году в больших пределах.

В Северном полушарии льды образуются в Северном Ледовитом океане и его морях, в северной части Атлантического океана, в Балтийском, Белом, Аральском, Каспийском, Азовском морях, некоторых районах Северного моря и северных частях Черного моря. В северной части Тихого океана льдами покрываются Охотское, северные районы Берингова и Японского морей.

В районе Гренландии, северного побережья Канады и острова Ньюфаундленд часто встречаются айсберги, которые выносятся в океан Лабрадорским течением. Отдельные айсберги достигают 35° с. ш., некоторые иногда даже 27° с. ш. В районе острова Ньюфаундленд айсберги пересекают наиболее судоходные морские пути между Европой и Северной Америкой. Здесь на 40° с. ш. и 50° з. д. 15 апреля 1912 г. погиб от столкновения с айсбергом «Титаник».

Главным препятствием плаванию во льдах являются торосы, т.е. нагромождения льда, образовавшиеся в результате сжатий. Самые мощные ледоколы бывают вынуждены иногда бить такие нагромождения льда «с разбега». Наличие большого количества торосов заставляет лавировать во льдах, что намного увеличивает путь. Кроме того, при разбивании торосов образуется много обломков, в которых застревают идущие за ледоколом суда. Ледокол, форсируя торос, нередко получает боковые удары и сбивается ими с курса. Канал оказывается искривленным, и это еще больше осложняет проводку.

Особенно сильные затруднения для ледовой навигации создаются в узкостях и проливах, а также у входа в гавани и бухты. При устойчивых ветрах с моря здесь возникают крупные торосы и гряды торосов, трудно проходимые даже ледоколами. В отношении проходимости наиболее благоприятным является неподвижный ледяной покров. При плавании в таком льду отсутствуют дрейф и качка, легко выдерживается заданный курс. Фарватер в неподвижном ледяном покрове легче всего пробивать в часы образования приливо-отливных разводий. Отсутствие ветра благоприятствует следованию судов по ледовым фарватерам.

Скорость следования караванов судов под проводкой ледоколов в плавучем льду намного меньше, чем в неподвижном. Провод-

ку через льды, находящиеся в движении, рекомендуется приурочивать ко времени отсутствия ветра и приливо-отливных течений.

Ветер, способствуя сжатию или разрежению льдов, а также изменению направления и скорости их дрейфа, затрудняет или облегчает условия плавания. Под действием ветра наряду с торосами нередко образуются полыньи и разводья. Как правило, разводья образуются у берегов, от которых дует ветер, отжимающий льды в море.

Ветер, дующий в сторону берега, наоборот, пригоняет массы льда к берегу, что представляет опасность для кораблей, находящихся вблизи берега или у кромки льда. В этом случае рекомендуется пробиваться против ветра до ближайшего разводья, а затем выходить на ветер, переходя из одной полосы разводий в другую. За кромку льда следует всегда идти на малых и самых малых ходах.

Суда, затертые в плавучих льдах, дрейфуют вместе с ними порой в течение длительного времени и могут быть занесены на отмели, банки и т.п. Освобождение плененных льдами судов – дело нелегкое даже при наличии мощных ледоколов.

Ветер и волнение оказывают существенное влияние на толщину льда. Под их действием образуются «подсоковы» льда, увеличивающие толщину ледяного покрова на отдельных участках. Такой набивной лед очень компактен. По внешнему виду он кажется легким, тогда как на деле может оказаться труднопроходимым даже для ледоколов.

Сгонно-нагонные и приливо-отливные колебания уровня воды, так же, как и ветер, существенно влияют на условия плавания во льдах. Подъемы воды способствуют разрежению льдов и сохранению ледовых фарватеров. Спады же воды вызывают сильные подвижки, при которых увеличивается густота плавучих льдов, быстро зажимаются и исчезают пробитые фарватеры.

Во время смены приливо-отливных течений наблюдаются сжатия льда, которые весьма опасны для судов, находящихся во льдах. Приливные сжатия продолжаются сравнительно недолго (от 30 мин до 1–2 ч), после чего начинается разрежение льда с образованием трещин и разводий.

Начало сжатия можно определить по следующим признакам: канал за кормой судна быстро суживается или полностью закрывается; судно теряет инерцию, прекращает движение и независимо от работы двигателя и положения руля может развернуться в любую сторону.

Состояние морского льда вместе с айсбергами определяет ледовые условия плавания судна (ледовую обстановку).

Морские льды в замерзающих морях и айсберги, встречающиеся как в высоких, так и в более низких широтах, являются одними из основных препятствий для судоходства.

Предвидеть изменение состояния морского льда (ледовой обстановки) можно на основе всесторонней информации о льдах, которая в настоящее время поступает в оперативные центры преимущественно с искусственных спутников Земли, береговых станций и плавающих судов. Если спутниковые данные освещают общее распределение льдов, то судовые наблюдения позволяют уточнить ледовую обстановку в конкретном месте.

Лед, встречающийся в море, по происхождению делится на морской (образующийся при замерзании морской воды) и материковый (айсберги и их обломки).

Морской лед, в свою очередь, подразделяется на припай и дрейфующий лед. Припай – морской лед, который образуется вдоль побережья и остается неподвижным (прикрепленным к берегу, ледяной стене, ледяному барьеру) или находится между отмелями или севшими на мель айсбергами. Дрейфующий лед – отдельные льдины и поля, образующиеся в море самостоятельно или в результате разрушения припая, многолетнего (пакового) льда.

Современная классификация морских льдов позволяет достаточно удовлетворительно охарактеризовать их по генетическому (происхождение льда), морфологическому (форма и размеры льда, вид его поверхности, торосистость), возрастному (стадии развития и разрушения различных видов льдов), навигационному (проходимость льдов судами) и, до некоторой степени, динамическому (подвижность льда, его дрейф) признакам.

В зависимости от возраста различают следующие стадии развития и виды морского льда: начальные формы льда (ледяные иглы, ледяное сало, снежура, шуга), нилас (темный нилас, светлый нилас, склянка), блинчатый лед, молодой лед (серый лед, серобелый лед), однолетний лед (тонкий однолетний белый лед, однолетний лед средней толщины и толстый однолетний лед), старый лед (двухлетний и многолетний).

По степени подвижности льды разделяются на неподвижные и дрейфующие (плавучие), различающиеся по форме, возрасту, строению, признакам таяния, заснеженности и загрязненности. Дрейфующий лед является преобладающей категорией льда и, по-

мимо указанных признаков, различается еще по сплоченности, распределению и размерам льдин.

Неподвижный лед имеет следующие формы. Ледяной заберег – первоначальная стадия образования припая. Возникает у берегов и состоит обычно из ниласа или склянки, достигает ширины в несколько десятков метров и более (100–200 м). Припай – основная форма неподвижного льда, представляющая собой сплошной ледяной покров, связанный с берегом, а на мелководных участках моря – и с дном. Образуется вследствие развития заберегов, а также примерзания к ним плавучих льдов. Припай может распространяться в ширину до нескольких десятков, а иногда и сотен километров. При наличии приливов испытывает вертикальные колебания. Часть припая, примерзшая непосредственно к берегу и не подверженная вертикальным колебаниям при изменениях уровня моря, называется подошвой припая. Стамуха – нагромождение восторошенного льда, сидящее на мели. Высота надводной части может достигать 10–15 м, а подводной – 20–25 м. Стамухи распространены у берегов арктических морей и в открытых мелководных районах. Встречаются одиночные стамухи и барьеры (цепочки) стамух. Они могут быть использованы кораблями как укрытие при штормах и ледовых сжатиях. Барьер из стамух задерживает очищение от льда прибрежных районов моря.

Плавучий (дрейфующий) лед не связан с берегом и движется только под влиянием ветра и течения. По горизонтальным размерам льдин он подразделяется на две основные группы: ледяные поля и битый лед, образующиеся в результате разрушения и последовательного дробления припая или смерзания мелких льдин любого возраста.

Ледяные поля – наиболее крупные по площади образования дрейфующего льда. В зависимости от размеров ледяные поля делятся на следующие формы: обширные ледяные поля – льдины, имеющие в поперечнике свыше 10 км; большие ледяные поля – льдины, имеющие в поперечнике от 2 до 10 км; малые ледяные поля – льдины, имеющие в поперечнике от 0,5 до 2 км; обломки полей – льдины размером 100–500 м в поперечнике.

К группе битого льда относятся: крупнобитый лед (крупные льдины) – льдины размером 20–100 м в поперечнике; мелкобитый лед (мелкие льдины) – льдины размером от 2 до 20 м в поперечнике; куски льда – льдины размером от 0,5 до 2 м; ледяная каша – из-

мельченный и истертый лед, являющийся конечной стадией морского льда.

Кроме того, выделяют несяки (флоберги) – отдельные, сильно торосистые льдины незначительных горизонтальных размеров, имеющие осадку иногда до 20–25 м.

Материковые льды. К материковым льдам относятся «ледяные острова», айсберги и «щенки».

«Ледяные острова» – мощные ледовые образования материкового (шельфового) льда, формирующиеся в районе Канадского арктического архипелага. Они имеют различную форму и размеры до 600–700 км². Высота их над уровнем моря достигает 10–12 м. Самый крупный из известных островов имел размеры 28×32 км. «Ледяные острова» медленно дрейфуют в центральных частях Арктического бассейна.

Ледяные горы (айсберги) – крупные обломки ледников, спускающихся в море, встречаются в открытом море и обычно возвышаются над водой более чем на 5 м. Айсберги бывают столообразные и неправильной формы. В Северном полушарии встречаются айсберги высотой надводной части более 100 м. Так как под водой находится в 3–7 раз большая часть айсберга, то его осадка может достигать более 300 м. В Южном полушарии высота столообразных айсбергов достигает 200–300 м, а иногда и более 500 м.

«Щенки» – мелкие обломки ледяных гор.

Основными характеристиками, описывающими состояние ледовой обстановки, являются:

- сплоченность или распределение по площади морского льда;
- его возраст и толщина;
- пеленг основной кромки льда или ледового отблеска;
- сжатие льда;
- наличие льда материкового происхождения (айсбергов);
- текущие ледовые условия плавания судна и их тенденция за последние 3 ч.

Полное описание характеристик ледовой обстановки представлено в книге «Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов», Гидрометеоиздат, 1984; краткое описание – в Приложении Л «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам».

Наблюдения за ледовой обстановкой в районе плавания производятся на ходу судна, а также во время дрейфа в массиве льда, при стоянке на рейде, когда в пределах видимости наблюдается лед.

Большинство характеристик ледовой обстановки определяется визуально в светлое время суток. Пеленг на кромку льда или ледовый отблеск, количество айсбергов определяются штурманом как визуально, так и с помощью РЛС.

Наблюдения за текущими ледовыми условиями производятся визуально с использованием показаний лага или навигационной системы, которой оснащено судно.

Наблюдения за ледовой обстановкой начинаются с момента обнаружения отдельных льдин и далее проводятся за 10–15 мин до срока наблюдений; прекращаются через сутки после выхода за пределы района возможного распространения льда, но, если после этого встретится отдельный айсберг, дрейфующая льдина или другая форма льда, отмечаются координаты места их обнаружения, и информация об этом включается в ледовую группу синоптической радиогаммы.

Если кромка льда пересекается судном между сроками наблюдений или находится в поле зрения наблюдателя, необходимо отметить координаты места ее обнаружения и передать эту информацию в радиогамме за ближайший срок наблюдения дополнительно словесным текстом в соответствии с требованиями действующего кода КН-01с.

Наблюдения за сплоченностью морского льда

Сплоченность морского льда – отношение суммарной площади всех льдин ледяного массива (зоны), где они распределены относительно равномерно, к общей площади этого ледяного массива (зоны). Сплоченность льда выражается в баллах по 10-балльной шкале: при отношениях 0,1; 0,2; ... 1,0 сплоченность, соответственно, оценивается в 1, 2, ..., 10 баллов. На рис. 5.2 для иллюстрации представлена стилизованная шкала сплоченности льда. Сплоченность льда является одной из основных характеристик его проходимости, но не единственной, и в отдельных случаях играет второстепенную роль.

Для записи и передачи результатов наблюдений используется оценка сплоченности морского льда в цифрах кода в соответствии с табл. 5.3, включающая и характер распределения морского льда.

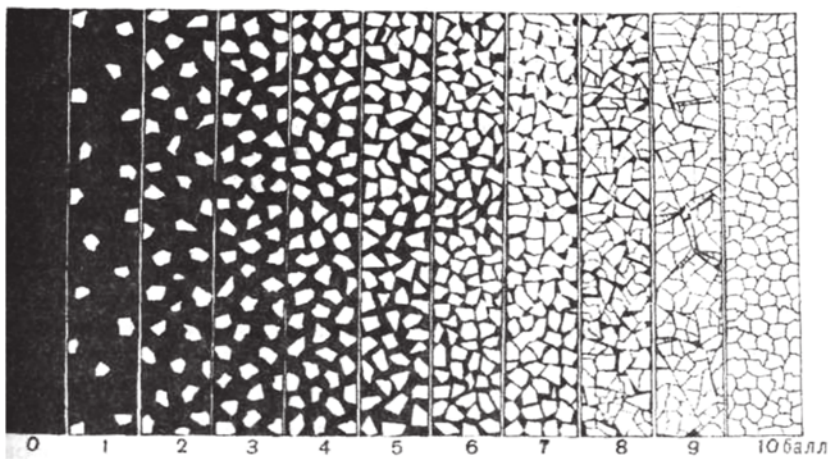


Рис. 5.2. Шкала сплоченности морского льда

Таблица 5.3

Градации сплоченности или распределения морского льда

Описание градации	Цифра кода
В поле зрения морского льда нет	0
Судно в водном канале шириной более 1 мили среди неподвижного льда или в неподвижном льду, кромки которого вне видимости	1
Отдельные льдины, редкий дрейфующий лед сплоченностью 1–3 баллов	2
Разреженный дрейфующий лед сплоченностью от 4 до 6 баллов	3
Сплоченный дрейфующий лед сплоченностью от 7 до 8 баллов	4
Очень сплоченный дрейфующий лед сплоченностью 9 баллов	5
Полосы и пятна дрейфующего льда с отдельными льдинами между ними	6
Полосы и пятна сплоченного или очень сплоченного дрейфующего льда с участками меньшей сплоченности между ними	7
Припай, за кромкой которого отдельные льдины, редкий или разреженный дрейфующий лед	8
Припай, за кромкой которого очень сплоченный или сплоченный дрейфующий лед	9
Определить невозможно	/

Определение возрастной характеристики морского льда

Определение возрастной характеристики морского льда сводится к оценке возраста наблюдаемых морских льдов, их толщины и на основании полученных данных – к определению цифры кода (в соответствии с табл. 5.4), которая заносится в журнал КГМ-15 и включается в синоптическую радиограмму.

Таблица 5.4

Градации возрастной характеристики морского льда

Возрастная характеристика морского льда	Цифра кода	Номера подразделов из Атласа ледовых образований
Начальные виды льда (ледяные иглы, ледяное сало, шуга)	0	2.1; 2.1.1–2.1.4
Ниласовые льды (склянка, темный нилас, блинчатый лед) толщиной до 10 см	1	2.2; 2.2.1–2.2.3; 4.3.1
Молодые льды (серый, серо-белый) толщиной 10–30 см	2	2.4; 2.4.1; 2.4.2
Преобладает молодой лед и/или начальные виды льда с включением однолетнего льда	3	2.1; 2.4; 2.5
Преобладает тонкий однолетний лед с включением начальных видов льда и/или молодого льда	4	2.1; 2.4; 2.5.1
Тонкий однолетний лед толщиной 30–70 см	5	2.5.1.1; 2.5.1.2
Преобладает однолетний лед средней толщиной (70–120 см), толстый однолетний лед (более 120 см) с небольшим включением более тонкого (более молодого) однолетнего льда	6	2.5.1; 2.5.1.1; 2.5.1.2; 2.5.2; 2.5.3
Средний однолетний лед	7	2.5.2; 2.5.3
Преобладает однолетний лед средней толщины и толстый однолетний лед с включением старого льда (толщиной более 2 м)	8	2.6; 2.6.1; 2.6.2
Преобладает старый лед	9	2.6; 2.6.1; 2.6.2
Определить невозможно	/	

Возрастные характеристики льда (Development)

Начальные виды льда (New ice)

Общий термин для недавно образовавшегося льда, который подразделяется на ледяные иглы, ледяное сало, снежуру и шугу. Эти виды льда состоят из слабо смерзшихся кристаллов (если они вообще смерзлись) и имеют определенную форму, только когда они на плаву.

- Ледяные иглы (Frazil ice) – тонкие иглы или пластинки льда, взвешенные в воде.

- Ледяное сало (Crease ice) – следующая после ледяных игл стадия замерзания, когда кристаллы льда сгустились и образуют эластичный слой на поверхности. Ледяное сало отражает мало света и придает поверхности воды матовый оттенок.

- Снежура (Slush) – выпавший на поверхность моря, свободную ото льда, снег, пропитанный водой и представляющий собой вязкую массу.

- Шуга (Shuga) – скопление пористых кусков льда белого цвета, достигающих нескольких сантиметров в поперечнике; образуется из ледяного сала или снежуры, а иногда из донного льда, поднимающегося на поверхность.

Нилас (Nilas)

Тонкая, эластичная корка льда, легко прогибающегося на волне и зыби, при сжатии образующая зубчатые наслоения. Имеет матовую поверхность и толщину до 10 см. Может подразделяться на темный нилас и светлый нилас.

- Темный нилас (Dark nilas) – нилас толщиной до 5 см очень темного цвета.

- Светлый нилас (Light nilas) – нилас толщиной более 5 см более светлого цвета, чем темный нилас.

- Скланка (Ice rind) – легко ломающаяся блестящая корка льда, образующаяся на спокойной поверхности воды в результате непосредственного замерзания или из ледяного сала, обычно в воде малой солености. Толщина скланки – до 5 см. Легко ломается при ветре или волне, причем обычно разламывается на прямоугольные куски.

Блинчатый лед (Pancake ice)

Может образовываться на легкой волне из ледяного сала, шуги или снежуры, а также в результате разлома скланки, ниласа и серого льда в условиях большой зыби. Блинчатый лед может также образовываться на некоторой глубине на границе раздела между водными массами с различными физическими характеристиками и затем всплывать на поверхность.

Пластины льда преимущественно круглой формы от 30 см до 3 м в диаметре, толщиной 10–15 см, с приподнятыми краями вследствие ударов льдин одна о другую.

Молодой лед (Young ice)

Лед в его переходной стадии между ниласом и однолетним льдом толщиной 10–30 см. Может подразделяться на серый лед и серо-белый лед.

- Серый лед (Grey ice) – молодой лед толщиной 10–15 см. Менее эластичен, чем нилас, ломается на волне, при сжатиях обычно наслаивается.

- Серо-белый лед (Grey-white ice) – молодой лед толщиной 15–30 см. При сжатии чаще торосится, чем наслаивается.

Однолетний лед (First-year ice)

Морской лед, являющийся дальнейшей стадией развития молодого льда, просуществовавший не более одной зимы. Толщина его от 30 см до 2 м и более. Может быть подразделен на тонкий однолетний (белый) лед, однолетний лед средней толщины и толстый однолетний лед.

- Тонкий однолетний (белый) лед (Thin first-year ice/ white ice) – однолетний лед толщиной 30–70 см.

- Однолетний лед средней толщины (Medium first-year ice) – однолетний лед толщиной 70–120 см.

- Толстый однолетний лед (Thick first-year ice) – однолетний лед толщиной более 120 см.

Старый лед (Old ice)

Морской лед, который подвергался таянию, по крайней мере, в течение одного лета, типичная толщина 3 м и более. Рельеф поверхности обычно более сглажен, чем у однолетнего льда. Подразделяется на остаточный, двухлетний и многолетний лед.

- Остаточным льдом обычно называют однолетний лед, который не растаял за лето, после начала устойчивого ледообразования осенью. Этот лед имеет толщину до 160–180 см и после 1 января в Северном полушарии (после 1 июля в Южном полушарии) является двухлетним.

- Двухлетний лед (Second-year ice) – старый лед, подвергшийся таянию в течение только одного лета. Типичная толщина – до 2,5 м, иногда более. Так как он толще, чем однолетний лед, он больше выступает над поверхностью воды. В результате летнего таяния на его поверхности образуется узор из многочисленных снежниц (ост-

ровки талой воды на льду). Пятна голого льда и снежницы обычно зеленовато-голубого цвета.

- Многолетний лед (Multi-year ice) – старый лед толщиной около 3 м и более, переживший таяние, по крайней мере, в течение двух лет. Торосы еще более сглажены, чем у двухлетнего льда, почти полностью опреснен. Цвет его в местах, где он не заснежен, обычно голубой. В летний период на его поверхности появляются многочисленные округлые снежницы и образуется хорошо развитая система дренажа.

При определении возраста льда следует пользоваться описаниями возрастных характеристик льда, представленными в источниках [7, 9].

Толщина морского льда оценивается в сантиметрах; на ходу судна определяется у тех льдин, которые становятся на ребро у борта судна или вблизи него, с учетом следующих замечаний:

- если на льдине снег, толщина льда оценивается без снега;
- если наблюдаются льдины разной толщины, толщина льда оценивается по наиболее «толстой» льдине;
- при следовании разводьями, т.е. в условиях льда малой сплошности, толщина льда H оценивается по высоте надводной части льдин ΔH по формуле $H = 5\Delta H$ (имея в виду, что над водой обычно находится около 1/5 части общей толщины льдины).

Наблюдения за льдом материкового происхождения (айсбергами)

При наблюдениях выделяют непосредственно айсберги и их обломки, подсчитывают отдельно их количество в обозреваемой части акватории и на основании табл. 5.5 определяют соответствующую цифру кода.

Айсберг (Iceberg) – массивный, отколовшийся от ледника кусок льда любой формы, который выступает над уровнем моря более чем на 5 м, находится на плаву или сидит на мели. Айсберги по внешнему виду подразделяются на пирамидальные, столообразные, куполообразные, наклонные.

Обломок айсберга (Bergy bit) – большой кусок плавающего глетчерного льда, обычно выступающий от 1 до 5 м над уровнем моря и имеющий площадь около 100–300 м².

Кусок айсберга (Growler) – кусок льда материкового происхождения меньшего размера, чем обломок айсберга или крупный несяк, часто прозрачный, но по цвету кажущийся зеленым или по-

чти черным, выступающий менее чем на 1 м над поверхностью моря и занимающий площадь около 20 м².

Наблюдения за айсбергами можно осуществлять с помощью РЛС при ее работе на 15-мильной шкале: обнаружив айсберги, вахтенный штурман подсчитывает их количество на экране РЛС в радиусе около 10 миль и определяет соответствующую цифру кода на основании табл. 5.5.

Таблица 5.5

Градации количества льда материкового происхождения

Количество айсбергов	Цифра кода
Айсберги, их куски или обломки отсутствуют	0
1–5 без кусков и обломков	1
6–10 без кусков и обломков	2
11–20 без кусков и обломков	3
До 10 кусков и обломков включительно, айсберги отсутствуют	4
Более 10 кусков и обломков, айсберги отсутствуют	5
1–5 с кусками и обломками	6
6–10 с кусками и обломками	7
11–20 с кусками и обломками	8
Более 20 с кусками и обломками – навигация очень опасна	9
Определить невозможно	/

Определение пеленга кромки льда или ледового отблеска

Пеленг кромки льда или ледового отблеска – это угол (в румбах) между плоскостью меридиана наблюдателя и вертикальной плоскостью, проходящей через наблюдаемую точку на кромке льда или ледового отблеска и точку, из которой производится наблюдение.

Кромка льда – граница между чистой водой и морским льдом любого вида и сплоченности.

Ледовый отблеск – светлое пятно (полоса) на фоне облачности нижнего яруса за счет отражения света скоплением льда среди воды или снега на нем и указывающее на наличие льда среди воды, которого не видно с борта судна.

При определении пеленга кромки льда или ледового отблеска необходимо визуально, с помощью судового компаса или РЛС измерить направление в румбах, в котором обнаружена ближайшая к судну кромка льда или ледовый отблеск, и по табл. 5.6 выбрать соответствующую цифру кода.

Таблица 5.6

Градации пеленга ближайшей к судну кромки льда или ледяного отблеска

Направление, в котором видна основная кромка льда или ледовый отблеск	Обозначение румба (русское/международное)	Цифра кода
Судно у берега или в заприпайной гавани	-	0
Северо-восточное	СВ/NE	1
Восточное	В/E	2
Юго-восточное	ЮВ/SE	3
Южное	Ю/S	4
Юго-западное	ЮЗ/SW	5
Западное	З/W	6
Северо-западное	СЗ/NW	7
Северное	С/N	8
Не определено (судно во льдах)	/	9
Определить затруднительно вследствие темноты, плохой видимости и других причин или наблюдается только лед материкового происхождения	/	/

Наблюдения за сжатием льда

Сжатие льда – это уменьшение расстояния между отдельными льдинами, приводящее к увеличению сплоченности льда, к его деформации (сдавливанию, торошению, спрессовыванию).

Сжатие льда оценивается визуально в соответствии с табл. 5.7. Данные о степени сжатия льда используются только для оценки текущих ледовых условий (согласно табл. 5.8), поэтому в журнал КГМ-15 не заносятся и, следовательно, не включаются в синоптическую радиограмму.

Таблица 5.7

Шкала оценок сжатия льда

Характеристика льда	Балл
Лед «на расплаве» – лед сплоченностью 9–10 баллов, пришедший в заметное движение при начавшемся разрежении	0
Слабое сжатие – в зоне сжатия наблюдаются только небольшие участки чистой воды (окна), образуются отдельные торосы*, а в молодом льду – наслоения; тертый лед** выжимается на край льдины	1
Значительное сжатие – в зоне сжатия чистой воды нет, количество торосов, взломов увеличивается; появляются свежие торосы в виде гряд; тертый лед сбивается в плотный и вспучивается, образуются валы	2
Сильное сжатие – происходит интенсивное торошение однолетних льдов, частично захватывающее и многолетние льды; всюду образуются валы тертого льда	3

Примечание. *Торос – любое отдельное нагромождение льда, образовавшееся в результате его сжатия.

**Тертый лед – битый лед, размеры элементов которого в поперечнике менее 2 м.

Оценка текущих ледовых условий

Текущие ледовые условия – степень проходимости судном ледяного массива, а также изменение условий проходимости за последние 3 ч до срока наблюдений.

По проходимости морской лед подразделяется на легкопроходимый, труднопроходимый и труднопроходимый в условиях сжатия.

Легкопроходимый лед – условия, при которых судно может двигаться в ледяном массиве со скоростью не ниже половины его крейсерской скорости, определенной на чистой воде.

Труднопроходимый лед – условия, при которых судно может двигаться в ледяном массиве со скоростью менее половины крейсерской скорости, но движение в основном осуществляется без остановок.

Труднопроходимый лед в условиях сжатия – судно медленно движется с частыми остановками, ледяной массив сплочен и находится в стадии сжатия.

При оценке текущих ледовых условий вахтенный штурман на основании данных о степени (балле) сжатия льда, скорости пере-

мещения судна во льдах по табл. 5.8 определяет градацию и соответствующую ей цифру кода, которую записывает в журнал КГМ-15 и включает в синоптическую радиограмму.

Таблица 5.8

**Градации текущих ледовых условий и их тенденция
за последние 3 ч**

Условия плавания судна во льдах	Цифра кода
Чистая вода с плавающими в пределах видимости отдельными льдинами	0
Легкопроходимый лед, условия улучшаются	1
Легкопроходимый лед, условия не изменяются	2
Легкопроходимый лед, условия ухудшаются	3
Труднопроходимый лед, условия улучшаются	4
Труднопроходимый лед, условия не изменяются	5
Лед развивается, ледовые поля смерзаются. Труднопроходимый лед, условия ухудшаются	6
Слабое сжатие льда (0–1 балл). Труднопроходимый лед, условия ухудшаются	7
Умеренное или сильное сжатие льда (2–3 балла). Труднопроходимый лед, условия ухудшаются	8
Судно затерто льдами	9
Определить невозможно	/

Обработка результатов наблюдений

Обработка результатов наблюдений сводится к их кодированию, записи в закодированном виде в журнал КГМ-15 и включению в синоптическую радиограмму в закодированном виде или в виде словесного сообщения в соответствии с требованиями действующего кода КН-01с.

Вся информация о ледовой обстановке, полученная между сроками наблюдений, заносится в таблицу 14 журнала КГМ-15 в графу «Примечание» к ближайшему сроку наблюдения.

5. Порядок выполнения работы

5.1. Изучить тему «Наблюдения над обледенением судов и льдами на море», составить краткую записку, включающую разделы:

- Классификация интенсивности обледенения.
- Определение причины обледенения.
- Измерение толщины отложения льда при обледенении.
- Определение характеристики обледенения.
- Определение параметров обледенения при достижении ими критериев СГЯ.
- Классификация морских льдов.
- Наблюдения за сплоченностью морского льда.
- Определение возрастной характеристики морского льда.
- Наблюдения за льдом материкового происхождения (айсбергами).
- Определение пеленга кромки льда или ледового отблеска.
- Наблюдения за сжатием льда.
- Оценка текущих ледовых условий.

5.2. Определить вид обледенения судна и составить группу синоптической радиограммы, содержащую сведения об обледенении судна. При выполнении задания использовать данные табл. 5.9.

5.3 Определить сплоченность и возрастные характеристики льда, составить группу кода КН-01с о состоянии морского льда. При выполнении задания использовать данные табл. 5.10.

5.4 Расшифровать группы кода КН-01с, содержащие характеристики обледенения и льда в море.

Примеры составления гидрометеорологических радиограмм:

1. UBJN 31001 99421 11463 42998 02615 11045 40258 50004
22200 0042 20503 62010
2. UBJN 31061 99428 11475 42997 73105 11102 40238 56042
80006 22292 00049 20301 31400 40804 61121
3. UBJN 31121 99434 11498 41397 80120 11053 40236 54000
75122 886// 22200 00047 32702 40502 50704 65111
4. UBJN 31181 99447 11502 41598 23605 1104Л0154 82500
22242 00039 2//00 32599 40703 63110
5. UBJN 01001 99451 11513 41494 62716 11126 40139 57042
78688 85904 22262 20808 61021
6. UBJN 01061 99463 11517 41996 82222 11053 40101 55000
71088 8801/ 22200 01009 20706 ICE 2/092
7. UBJN 01121 99474 11522 41395 82119 40091 50000 77176
8872/ 22213 01010 2//// 63221 ICE 42093

8. UBJN 01181 99481 11524 41/93 91801 11005 40029 58101
72874 22200 01011 2//// 61111 ICE 74040
9. UBJN 02001 99493 11531 41395 81818 11036 49975 57037
75754 886// 22283 01006 2//// 64042 ICE 56095
10. OWJN 13061 99665 30601 42997 60000 11042 49718 53112
83059 22232 00005 20000 62010 ICE 0/7/0

Таблица 5.9

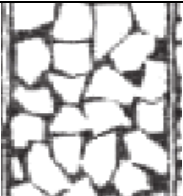
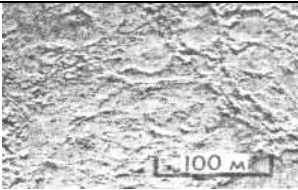
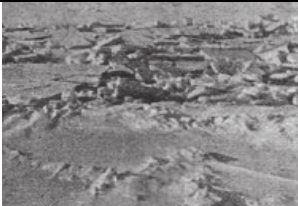
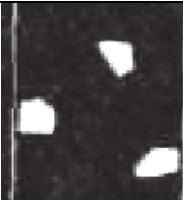
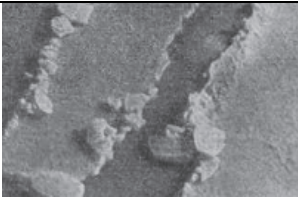
Условия обледенения

№ варианта	Условия обледенения
1	2
1	Температура воздуха -12,6 °С. Температура воды +1,1 °С. Наблюдаются осадки – ливневый снег, умеренный. Ветер 15 м/с. Ветровые волны с периодом 8 с, высотой 4 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания брызг морской воды, а также забортной воды, толщина отложения льда 22 мм, лед нарастает со скоростью 0,5 см/ч
2	Ветер 12 м/с, температура воздуха -6 °С. Температура воды +0,1 °С. Ветровые волны имеют период 6 с, высотой 3 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания брызг морской воды, а также забортной воды, толщина отложения льда 44 мм, лед нарастает со скоростью 0,8 см/ч
3	Температура воздуха -6,3 °С. Температура воды -1,4 °С. Ветер 17 м/с. Ветровые волны имеют период 8 с, высотой 4 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания ледяной «каши», а также забортной воды, толщина отложения льда 56 мм, лед нарастает со скоростью 1,5 см/ч
4	Температура воздуха -1,3 °С. Температура воды +4,4 °С. Ветер 2 м/с. Ветровые волны имеют период 3 с, высотой 0,5 м. Сильный туман. Наблюдается обледенение судна от замерзания оседающих капель тумана, толщина отложения льда 12 мм, лед нарастает со скоростью 0,2 см/ч

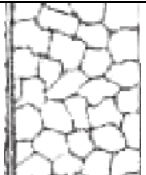
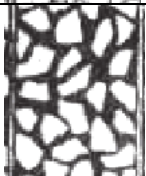
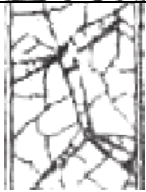
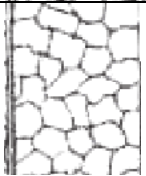
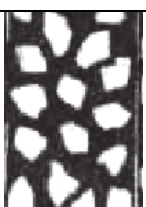
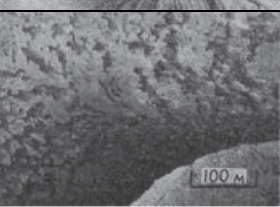
1	2
5	Температура воздуха -8,3 °С. Температура воды -1,1 °С. Ветер 16 м/с. Ветровые волны имеют период 8 с, высотой 4 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания «шуги», а также забортной воды, попадающих на палубу и надстройки судна, толщина отложения льда 18 мм, лед нарастает со скоростью 0,4 см/ч
6	Температура воздуха -0,5 °С. Температура воды +2,4 °С. Ветер 4 м/с. Ветровые волны имеют период 3 с, высотой 0,5 м. Сильный дождь со снегом. Наблюдается обледенение судна от замерзания капель дождя со снегом, попадающих на судно, толщина отложения льда 21 мм, лед нарастает со скоростью 0,3 см/ч.
7	Температура воздуха -3,3 °С. Температура воды +1,0 °С. Ветер 17 м/с. Отмечается слабый снег. Ветровые волны имеют период 6 с, высотой 3,5 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания брызг, снежур, попадающих на палубу и надстройки судна вместе со снегом, толщина отложения льда 5 мм, лед нарастает со скоростью 0,4 см/ч
8	Температура воздуха -5,1 °С. Температура воды -0,3 °С. Ветер 8 м/с. Ветровые волны имеют период 5 с, высотой 2 м. Отмечается туман. Наблюдается обледенение судна от замерзания попадающей на судно забортной воды при одновременном замерзании оседающих капель тумана, толщина отложения льда 18 мм, лед нарастает со скоростью 1,2 см/ч
9	Температура воздуха -16,5 °С. Температура воды -1,4 °С. Ветер 18 м/с. Ветровые волны имеют период 8 с, высотой 4 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания морских брызг, а также забортной воды, толщина отложения льда 152 мм, лед нарастает со скоростью 1,8 см/ч
10	Температура воздуха -15,8 °С. Температура воды -1,0 °С. Ветер 19 м/с. Ветровые волны имеют период 9 с, высотой 5 м. Наблюдается обледенение судна от замерзания ледяной «каши», а также забортной воды, толщина отложения льда 211 мм, лед нарастает со скоростью 1,1 см/ч

Таблица 5.10

Характеристики ледовых условий

№ варианта	Характер сплоченности и распределения морского льда	Возрастные характеристики льда	Текущие ледовые условия и их тенденция за последние 3 ч
1			Труднопроходи- мый лед, условия улучшаются
2			Труднопроходи- мый лед, условия не изменяются
3			Легкопроходи- мый лед, условия не изменяются
4			Легкопроходи- мый лед, условия ухудшаются

Окончание табл. 5.10

1	2	3	4
5			Труднопроходимый лед, условия не изменяются
6			Легкопроходимый лед, условия не изменяются
7			Легкопроходимый лед, условия ухудшаются
8			Легкопроходимый лед, условия не изменяются
9			Судно затерто льдами
10			Легкопроходимый лед, условия не изменяются

Вопросы для самопроверки

1. Синоптические условия обледенения.
2. Перечислить основные классы обледенения по признакам:
а) интенсивности, б) причине образования.
3. Какие способы борьбы с обледенением, в том числе навигационные, применяют в морской практике?
4. Какова техника измерения толщины отложений на надстройках судна при обледенении?
5. Перечислите основные виды морского льда по международной классификации.
6. Что такое пеленг на кромку льда? Как он определяется в море?
7. Что такое сплоченность морского льда?
8. Какие пособия существуют для правильного определения возрастной характеристики льда?

Лабораторная работа 6

СОСТАВЛЕНИЕ СИНОПТИЧЕСКИХ РАДИОГРАММ, ЧТЕНИЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ С КАРТ ПОГОДЫ

1. Цель работы

Закрепить знания по разделу «Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях», получить практические навыки составления синоптических радиogramм и чтения метеорологических параметров на картах погоды.

2. Задания

2.1. Изучить код КН-01с, составить 2 синоптические радиogramмы.

2.2. Изучить схему нанесения метеорологических параметров на приземных картах погоды, расшифровать 3 нанесения с карты погоды.

Учебное время: 4 ч.

3. Материалы

Синоптический код КН-01С [5, 10], карты погоды.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Изучить «Код для составления гидрометеорологических радиogramм на судах КН-01с», прил. 1. Составить 2 синоптические радиogramмы.

Для выполнения задания воспользоваться данными табл. 6.1, где заданы описания погодных условий по вариантам.

4.2. Изучить схему нанесения метеорологических параметров на приземных картах погоды, прил. 2. Расшифровать 3 нанесения с данными наблюдений с карты погоды.

Для выполнения задания воспользоваться данными табл. 6.2, где заданы примеры нанесения метеорологических данных на приземные карты погоды по вариантам.

Таблица 6.1

Описание погодных условий

Вариант	Погодные условия	
	1	2
1.1	14 апреля 2018 г. 00 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 45°23' N, долгота 126°15' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 220° 17 м/с. Горизонтальная видимость около 5 км. Судно смещается на юг со скоростью 6 уз. Температура воздуха +12,5 °С, точка росы +8,4 °С, давление воздуха на уровне моря 1023,4 гПа, за последние 3 ч давление выросло на 1,7 гПа. Общее количество облаков 9 баллов, из них 5 баллов слоисто-разорванных уплотняющихся, видны высоко слоистые облака. В срок явлений не наблюдается, между сроками отмечался обложной дождь. Нижняя граница облаков около 800 м. Температура воды 13 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 2 м, зыбь с востока 3,5 м, 10 с	
1.2	03 апреля 2018 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 35° 30' S, долгота 175° 05' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 320° 8 м/с. Горизонтальная видимость около 1 км. Судно в дрейфе. Температура воздуха +15,0 °С, точка росы +10 °С. Давление воздуха на уровне моря 1008,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 2,0 гПа. Наблюдается 8 баллов кучево-дождевых облаков. Между сроками отмечались дождь, гроза, в срок наблюдений явлений нет. Высота облаков 1000 м. Температура воды 20,0 °С. Ветровые волны имеют период 6 с, высоту 1,5 м	

1	2
2.1	10 марта 2017 г. 06 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 55°43' N, долгота 106°35' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 360° 25 м/с. Горизонтальная видимость около 2 км. Судно смещается на запад 12 уз. Температура воздуха -2,7 °С, точка росы -3,4 °С, давление воздуха на уровне моря 986,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 2,7 гПа. Все небо затянуто слоисто-дождевыми облаками, идет сильный непрерывный дождь. Высота облаков 200–300 м. Температура воды 1,3 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 3,5 м, зыбь с востока 5,5 м, 12 с
2.2	23 февраля 2019 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 45° 23' N, долгота 156° 15' W. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 170° 8 м/с. Горизонтальная видимость около 10 км. Судно смещается на северо-восток 10 уз. Температура воздуха +15,5 °С, точка росы 8,0 °С. Давление воздуха на уровне моря 1000,4 гПа, за последние 3 ч давление понизилось на 0,2 гПа. Общее количество облаков 6 балла, из них 4 балла слоисто-кучевых и высокослоистые облака. Нижняя граница облаков 800 м. Между сроками отмечался дождь, в срок наблюдения явлений нет. Температура воды 16,0 °С. Ветровые волны с периодом 5 с, высотой 1,5 м, зыбь с севера и с юга, имеет характеристики: 4 м, 18 с и 3,5 м, 12 с
3.1	21 апреля 2020 г. 09 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 43°03' S, долгота 122° 00' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 20° 7 м/с. Горизонтальная видимость около 20 км.

1	2
	Судно смещается на северо-запад 8 уз. Температура воздуха +2,5 °С, точка росы -8,0 °С, давление воздуха на уровне моря 1012,5 гПа, за последние 3 ч давление росло, затем падало, в целом выросло на 0,7 гПа. Общее количество облаков 3 балла, из них 2 балла плоских кучевых, видны высококучевые облака. Нижняя граница облаков 1 км. Явления не наблюдаются. Температура воды 3,3 °С. Ветровые волны имеют период 5 с, высоту 1,5 м, зыбь с юга высотой 2,5 м, период 10 с
3.2	1 февраля 2018 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 40° 23' N, долгота 176° 15' W. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 270° 15 м/с. Горизонтальная видимость около 20 км. Судно смещается на восток 12 уз. Температура воздуха +10,5 °С, точка росы 8,0 °С, давление воздуха на уровне моря 996,4 гПа, за последние 3 ч давление понизилось на 2,7 гПа. Общее количество облаков 10 балла, из них 8 баллов слоисто-дождевые облака вместе с высокослоистыми. Нижняя граница облаков 700 м. Отмечается непрерывный умеренный дождь. В прошедшей по-годе дождь и туман. Температура воды 12,0 °С. Ветровые волны с периодом 10 с, высотой 3,0 м, зыбь с запада и с юго-запада, имеет характеристики: 4,5 м, 18 с и 3,5 м, 10 с
4.1	24 мая 2017 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 44° 23' N, долгота 156° 52' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 280° 21 м/с. Горизонтальная видимость около 10 км. Судно смещается на юго-запад 8 уз.

1	2
	Температура воздуха +4,5 °С, точка росы +0,4 °С, давление воздуха на уровне моря 999,4 гПа, за последние 3 ч давление не менялось, затемросло, стало выше на 0,4 гПа. Общее количество облаков 7 баллов, из них 5 баллов слоисто-кучевых, видны высоко слоистые облака. Обложные осадки отмечались за 40 мин до срока. Высота облаков около 1000 м. Температура воды 4,3 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 2,5 м, зыбь с северо-востока и с востока, с параметрами 3,5 м, 10 с и 4 м, 12 с
4.2	15 марта 2018 г. 06 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 55° 43' N, долгота 150° 30' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 320° 25 м/с. Горизонтальная видимость около 2 км. Судно смещается на юго-запад 12 уз. Температура воздуха -2,0 °С, точка росы -3,6 °С. Давление воздуха на уровне моря 970,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 1,7 гПа. Все небо затянуто слоисто-дождевыми облаками, идет умеренный с перерывами мокрый снег. Высота облаков 200–300 м. Температура воды -1,3 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 2,5 м, зыбь с юга 5,0 м, 15 с
5.1	02 апреля 2018 г. 18 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 25° 23' S, долгота 146° 05' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 120° 10 м/с. Горизонтальная видимость около 1 км. Судно в дрейфе. Температура воздуха +22,3 °С, точка росы +10 °С, давление воздуха на уровне моря 1018,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 2,1 гПа. Наблюдается 7 баллов кучево-дождевых облаков. Между сроками отмечались дождь, гроза, в срок наблюдений явлений нет. Высота облаков 1500 м. Температура воды 22,0 °С. Ветровые волны имеют период 4 с, высоту 1 м

1	2
5.2	12 марта 2019 г. 06 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 45° 43' N, долгота 166° 35' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 60° 17 м/с. Горизонтальная видимость около 4 км. Судно смещается на северо-запад 10 уз. Температура воздуха 4,7 °С, точка росы 0,4 °С. Давление воздуха на уровне моря 990,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 1,0 гПа. Все небо затянуто слоисто-кучевыми облаками, отмечается умеренный с перерывами дождь. Высота облаков около 700 м. Температура воды 5,0 °С. Ветровые волны с периодом 8 с, высота 3,5 м, зыбь с востока 4,0 м, 15 с
6.1	12 января 2018 г. 00 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 52° 23' N, долгота 167° 15' W. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 340° 20 м/с. Горизонтальная видимость около 2 км. Судно смещается на северо-запад 12 уз. Температура воздуха -7,5 °С, точка росы -8,4 °С, давление воздуха на уровне моря 992,5 гПа, за последние 3 ч давление выросло на 0,7 гПа. Общее количество облаков 9 баллов, из них 6 баллов слоисто-кучевых, видны высокослоистые облака и перисто-слоистые. Между сроками отмечался обложной мокрый снег. Нижняя граница облаков 800 м. Температура воды -0,3 °С. Ветровые волны с периодом 8 с, высотой 3,5 м, зыбь с запада 4,5 м, 12 с. Отмечается обледенение 8 мм, вызванное выпадением осадков и морскими брызгами, лед нарастает со скоростью 0,5 см/ч
6.2	2 сентября 2019 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 62° 23' N, долгота 175° 12' W. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 20° 17 м/с. Горизонтальная видимость около 5 миль. Судно в дрейфе.

1	2
	Температура воздуха +15,0 °С, точка росы +10,4 °С. Давление воздуха на уровне моря 998,0 гПа, за последние 3 ч давление выросло на 1,5 гПа. Общее количество облаков 8 баллов, из них 5 баллов слоисто-кучевые облака, видны высокослоистые облака и перисто-слоистые. Отмечается умеренный с перерывами дождь, между сроками – тоже дождь. Нижняя граница облаков 700 м. Температура воды 14 °С. Ветровые волны с периодом 8 с, высота 3 м, зыбь с севера, высотой 4,5 м, период 17 с
7.1	21 февраля 2019 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 45° 23' N, долгота 146° 15' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 270° 12 м/с. Горизонтальная видимость около 20 км. Судно смещается на северо-восток 10 уз. Температура воздуха +0,5 °С, точка росы -8,0 °С, давление воздуха на уровне моря 1000,4 гПа, за последние 3 ч давление понизилось на 0,7 гПа. Общее количество облаков 4 балла, из них 2 балла слоисто-кучевых и высокослоистые облака. Нижняя граница облаков 700 м. Атмосферных явлений нет. Температура воды 0,8 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высотой 1,5 м, зыбь с запада и с юга, имеет характеристики: 4 м, 15 с и 3,5 м, 10 с
7.2	3 апреля 2020 г. 06 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 55° 24' N, долгота 165° 15' W. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 50° 7 м/с. Горизонтальная видимость около 5 миль. Судно в дрейфе. Температура воздуха +3,5 °С, точка росы +1,2 °С. Давление воздуха на уровне моря 988,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 1,7 гПа. Общее количество облаков 9 баллов, из них 5 баллов слоистые разорванные уплотняющиеся, видны высокослоистые облака и перисто-слоистые. Отмечается сильный дождь, между сроками – обложной дождь.

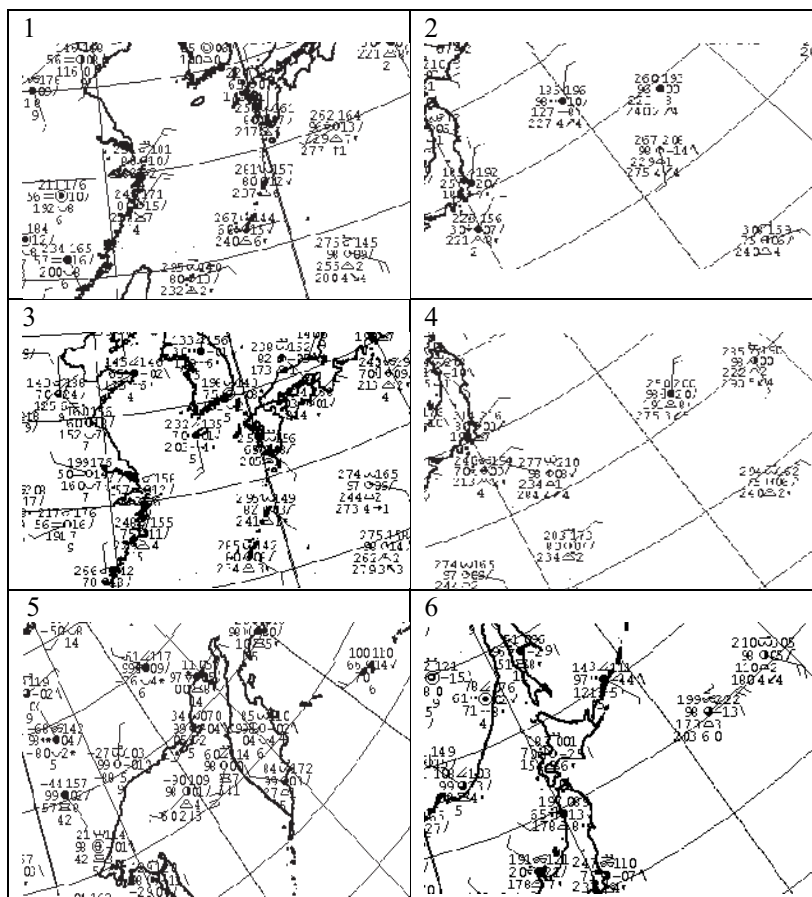
1	2
	Нижняя граница облаков 500 м. Температура воды 0 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 1,5 м, зыбь с юга, высотой 4,0 м, период 15 с
8.1	4 марта 2018 г. 06 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 31° 23' N, долгота 128° 15' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 260° 15 м/с. Горизонтальная видимость около 5 км. Судно смещается на северо-запад 8 уз. Температура воздуха +6,5° С, точка росы +4,4° С, давление воздуха на уровне моря 1011,4 гПа, последние 3 ч давление росло, затем не менялось, увеличилось на 1,0 гПа. Общее количество облаков 5 баллов, 4 балла кучево-дождевых, видны высококучевые облака. Отмечается слабый ливень, между сроками отмечался ливень. Высота облаков 800 м. Температура воды 7,3 °С. Ветровые волны с периодом 8 с, высотой 2 м, зыбь с севера 3,5 м, 12 с
8.2	21 апреля 2019 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 43° 30' S, долгота 130° 06' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 120° 10 м/с. Горизонтальная видимость около 10 км. Судно смещается на север 10 уз. Температура воздуха +18,8 °С, точка росы 12,0 °С. Давление воздуха на уровне моря 1015,5 гПа, за последние 3 ч давление росло, затем падало, в целом выросло на 0,5 гПа. Общее количество облаков 5 балла, из них 2 балла плоских кучевых, видны высококучевые облака. Нижняя граница облаков 1 км. Между сроками наблюдался слабый ливневой дождь. Температура воды 17 °С. Ветровые волны имеют период 5 с, высоту 2,0 м, зыбь с юга высотой 3,5 м, период 15 с

1	2
9.1	14 апреля 2020 г. 06 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 40° 13' N, долгота 175° 15' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 180° 7 м/с. Горизонтальная видимость около 20 км. Судно смещается на запад 12 уз. Температура воздуха +7,5 °С, точка росы +3,6 °С, давление воздуха на уровне моря 1003,9 гПа, за последние 3 ч давление падало, затем росло, стало выше на 0,7 гПа. Общее количество облаков 5 баллов, из них 3 балла слоисто-кучевых, видны высокослоистые облака. Между сроками отмечался слабый ливневой дождь. Высота облаков 800 м. Температура воды 8 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 0,5 м, зыбь с юго-востока 2,5 м, 10 с
9.2	5 мая 2019 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 45° 12' S, долгота 160° 30' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 20° 8 м/с. Горизонтальная видимость около 500 м. Судно смещается на север 8 уз. Температура воздуха +19,0 °С, точка росы +18,5 °С. Давление воздуха на уровне моря 1010,0 гПа, за последние 3 ч давление выросло на 1,0 гПа. Небо не видно. Общий туман. Температура воды 19,5 °С. Ветровые волны имеют период 7 с, высоту 2 м, зыбь с юго-востока высотой 3,5 м, период 18 с
10.1	12 апреля 2020 г. 12 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 45° 23' S, долгота 165° 15' W. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом. Истинный ветер 220° 17 м/с. Горизонтальная видимость около 5 миль. Судно в дрейфе. Температура воздуха +13,5 °С, точка росы +12,4 °С, давление воздуха на уровне моря 998,4 гПа, за последние 3 ч давление упало на 1,3 гПа.

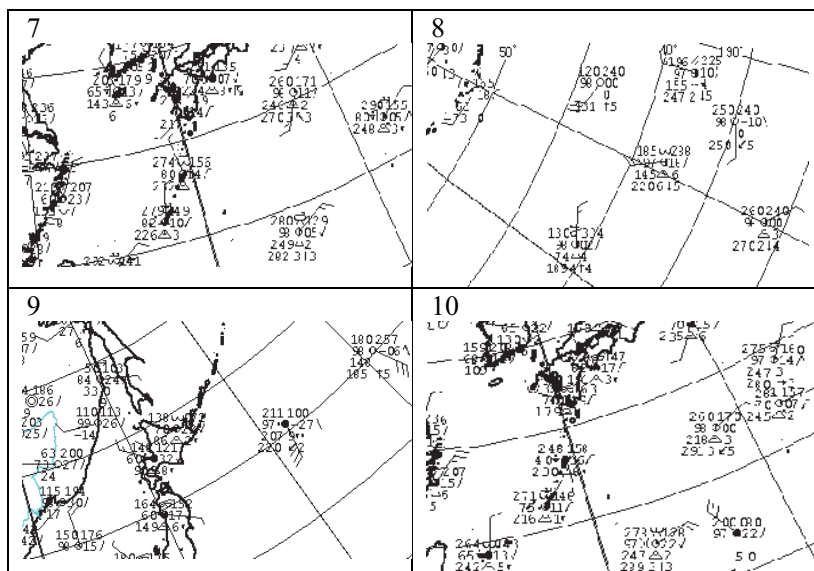
1	2
	Общее количество облаков 7 баллов, из них 5 баллов слоистые разорванные уплотняющиеся, видны высокослоистые облака и перисто-слоистые. Отмечается обложной умеренный с перерывами дождь, между сроками – обложной дождь. Нижняя граница облаков 500 м. Температура воды 13 °С. Ветровые волны с периодом 6 с, высота 2 м, зыбь с севера, высотой 4,5 м, период 13 с
10.2	14 октября 2018 г. 00 ч 00 мин UTC. Скорость ветра определена инструментально, в м/с. Широта 50° 23' N, долгота 162° 15' E. Количество осадков на судне не определялось, станция обслуживается штурманом, истинный ветер 30° 17 м/с. Горизонтальная видимость около 10 км. Судно смещается на юго-запад 6 уз. Температура воздуха +7,0 °С, точка росы +4,5 °С. Давление воздуха на уровне моря 1002,4 гПа, за последние 3 ч давление выросло на 1,0 гПа. Общее количество облаков 9 баллов, из них 7 баллов кучево-дождевых, видны высококучевые облака. В срок явлений не наблюдается, между сроками отмечался ливневой дождь. Нижняя граница облаков около 800 м. Температура воды 8 °С. Ветровые волны с периодом 12 с, высота 3,5 м, зыбь с востока 4,5 м, 18 с

Таблица 6.2

Примеры нанесения метеорологических данных на приземные карты



Окончание табл. 6.2



Код КН-01с для составления ежедневных метеорологических телеграмм на судах и пояснения к нанесению данных на карты погоды

Схема кода

MiMiMjM DDDD YYGGi_w 99L_aL_aL_a QL_oL_oL_oL_o i_ki_xhVV Nddff
 1S_nTTT 2S_nTdTdTd 4PPPP 5apppp (6RRRt_r) 7wwW₁W₂
 8N_mC_lCMC_n 222DsVs 0snTwTwTw (1PwaPwaHwaHwa)
 2PwPwHwHw 3dw₁dw₁dw₂dw₂ 4Pw₁Pw₁Hw₁Hw₁ 5Pw₂Pw₂Hw₂Hw₂
 6isEsEsRs ICE ciSibiDizi

Значения буквенных и цифровых символов в разделах кода КН-01 следующие.

РАЗДЕЛ 0

D....D – позывной сигнал радиостанции судна.

YYGGi_w

YY – число месяца по всемирному скоординированному времени (UTC), когда производилось наблюдение. Первое число кодируется 01, десятое – 10 и т.д.

GG – срок производства наблюдения по UTC. Шесть часов кодируется 06, двенадцать часов – 12 и т.д. Число 24 не используется.

i_w – указатель единиц скорости ветра и метода ее определения, кодируется по табл. П1.1.

99L_aL_aL_a

99 – отличительные цифры.

L_aL_aL_a – географическая широта местоположения судна. Указываются десятки, единицы и десятые доли градуса. Десятые доли градуса получают делением числа минут на 6, не учитывая остаток. Если цифры десятков, единиц или десятых долей градуса равны 0, то на их месте в радиограмме ставится нуль.

Например, широта 24° 27' кодируется 244. Широта 0° 59' кодируется 009.

QcL_oL_oL_oL_o

Qc – квадрант земного шара, в котором находится судно, кодируется по схеме:

Qc для северной широты кодируется цифрами 1 и 7, для южной широты – 5 и 3. При нахождении в Восточном полушарии используются цифры кода 1 и 3, в Западном – 5 и 7.

7 , если $\varphi - N$ $\lambda - W$	1 , если $\varphi - N$ $\lambda - E$
5 , если $\varphi - S$ $\lambda - W$	3 , если $\varphi - S$ $\lambda - E$

LoLoLoLo – географическая долгота местоположения судна. Указываются сотни, десятки, единицы и десятые доли градуса. Десятые доли градуса получают делением числа минут на 6, не учитывая остаток. Если цифры сотен, десятков, единиц или десятых долей градуса равны 0, то на их месте в радиограмме ставится нуль.

Например, долгота $120^{\circ} 39'$ кодируется 1206. Долгота $0^{\circ} 16'$ кодируется 0002.

РАЗДЕЛ 1 (для станций любого типа)

i_Ri_x hVV

i_R – указатели включения в телеграмму группы с осадками (6RRR_{tR}). На судовых станциях кодируется цифрой 4, что указывает на отсутствие измерений количества осадков и соответствующей группы в телеграмме.

i_x – указатель типа гидрометеорологической станции (ГМС) и включения группы 7wwW₁W₂ (о погоде в срок наблюдения и прошедшей погоде); кодируется по табл. П1.2.

h – высота основания облаков C_L или C_M над поверхностью моря, кодируется по табл. П1.3.

На месте h в радиограмме кодируется высота основания облаков C_L независимо от их количества. Если облака C_L отсутствуют, то кодируется высота основания облаков C_M .

Если облака C_L или C_M расположены на разных уровнях, то на месте h кодируется высота самых низких облаков независимо от их количества. Если высоту основания облаков определить нельзя из-за тумана, метели, пыльной или песчаной бури, то на месте h ставится дробная черта /.

VV – горизонтальная видимость. Группа передается обязательно, если далее следует хотя бы одна группа раздела 1, кодирование осуществляется по табл. П1.4–П1.5. В случае отсутствия данных о h и VV группа включается в виде $i_{Ri_x}///$.

Nddff

N – общее количество облаков (часть неба, покрытая облаками всех форм), кодируется по табл. П1.6.

dd – направление истинного ветра (откуда дует ветер). Кодирован в десятках градусов по шкале 01–36, где 09 означает восточный ветер, 18 – южный, 27 – западный, 36 – северный.

Например, при направлении ветра 185° на месте dd ставится 19, при 343° – 34, при штиле – 00, при переменном направлении ветра – 99.

ff – скорость истинного ветра в м/с. Если скорость ветра меньше 10 м/с, на месте первой цифры ставится ноль, при штиле на месте ff ставится 00.

Далее следуют группы с первой отличительной цифрой (при отсутствии данных об элементе эти группы в телеграмму не включаются).

1s_nTTT

1 – отличительная цифра;

s_n – знак температуры воздуха, при положительной температуре воздуха и при 0°C на месте S_n ставится цифра 0, при отрицательной температуре – цифра 1.

TTT – температура воздуха в градусах Цельсия с десятymi долями градуса. Указываются десятки, единицы и десятые доли градуса.

Например, температура воздуха $+0,5^\circ\text{C}$ кодируется 10004; $+5,6^\circ\text{C}$ кодируется 10056; $-13,8^\circ\text{C}$ кодируется 11138.

2s_nT_dT_dT_d

2 – отличительная цифра.

s_n – знак температуры точки росы, положительные значения и 0° кодируются цифрой 0, отрицательные значения – цифрой 1.

T_dT_dT_d – температура точки росы в градусах Цельсия с десятymi долями градуса. Указываются десятки, единицы и десятые доли градуса аналогично тому, как кодируется температура воздуха.

Если вместо точки росы измеряется относительная влажность, то S_n кодируется цифрой 9, а на месте T_dT_dT_d передается относительная влажность воздуха в процентах с десятymi долями (UUU).

4PPPP

4 – отличительная цифра.

PPPP – давление воздуха на уровне моря. Указываются сотни, десятки, единицы и десятые доли гектопаскаля (гПа); тысячи опускаются. Если цифра сотен, десятков, единиц или десятых долей гПа равна нулю, то на их месте в радиограмме ставится ноль.

Например, давление 1045,3 гПа кодируется 40453; давление 989,4 гПа кодируется 49894; давление 1000,4 гПа кодируется 40004.

5arppp

5 – отличительная цифра.

a – характеристика барической тенденции за последние 3 ч, кодируется по табл. П1.7, определяется по записи барографа.

ppp – величина барической тенденции, определяется как разность давления, измеренного по барометру. Указываются десятки, единицы и десятые доли гектопаскаля (гПа).

Например, давление в срок наблюдения ниже, чем 3 ч назад на 0,6 гПа, кодируется 57006 (при условии непрерывного падения давления в течение трех часов); давление в срок наблюдения выше, чем 3 ч назад на 5,2 гПа, кодируется 52052 (при условии непрерывного падения давления в течение трех часов).

(6RRRt_R)

6 – отличительная цифра.

RRR – количество осадков за период t_R; если осадков за период t_R не было или наблюдения не производились в связи с отсутствием осадкомера, то группа не передается.

7wwW₁W₂

7 – отличительная цифра.

ww – погода в срок наблюдения или в течение последнего часа, кодируется по табл. П1.8. Под термином «срок наблюдения» при кодировании ww подразумевается 10-минутный промежуток времени, оканчивающийся в срок, за который составляется радиограмма.

Цифры кода для ww позволяют закодировать 100 различных характеристик погоды. При кодировании ww сначала следует подобрать подходящий десяток, а затем выбрать из него кодовое значение, которое больше всего соответствует наблюдаемой погоде. Если наблюдаемая погода может характеризоваться несколькими кодовыми значениями ww, то следует брать большее из этих значений. Однако погода, кодируемая цифрой 17, предпочитается значениям 20–49.

W₁W₂ – прошедшая погода, имеется в виду погода в течение последних 5 ч 50 мин для основных синоптических сроков (00, 06, 12 и 18 UTC). Кодируется по табл. П1.9. Можно закодировать два явления.

Если в течение 5 ч 50 мин наблюдалось несколько явлений погоды, то на месте W₁ сообщается о явлении с большей цифрой ко-

да, а на месте W_2 – о явлении, со следующей большей цифрой кода. Если для прошедшей погоды нельзя подобрать вторую цифру кода, то W_1 и W_2 кодируются одной и той же цифрой.

Если в группе $7wwW_1W_2$ сообщается о явлении погоды, наблюдавшемся в последний час перед сроком наблюдения, в W_1W_2 это явление, если оно наблюдалось только в прошедший час, уже не указывается.

Следует помнить, что кодовые цифры 0, 1, 2 характеризуют весь период между сроками наблюдения. Если в период, соответствующий W_1W_2 , не было явлений, кодируемых цифрами 3–9, на месте W_1 сообщается характеристика количества облаков за данный период (цифры кода 0–2), а на месте W_2 повторяется кодовая цифра, использованная для W_1 .

$8N_hC_LC_MC_N$

8 – отличительная цифра.

N_h – количество облаков C_L (при их отсутствии облаков C_M), значения цифр кода для N_h те же, что и для N (табл. П1.6).

C_L – формы облаков нижнего яруса: кучевые, кучево-дождевые, слоисто-кучевые и слоистые. Кодировается по табл. П1.10.

C_M – формы облаков среднего яруса: высокослоистые, высококучевые и слоисто-дождевые. Кодировается по табл. П1.10.

C_N – формы облаков верхнего яруса: перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые. Кодировается по табл. П1.10.

Группа $8N_hC_LC_MC_N$ не передается, когда в группе $Nddff$ общее количество облаков $N=0$, либо 9, либо /. Когда количество облаков менее 1 балла (следы облаков), эта группа также не передается. На месте C_L , C_M или C_N ставится 0, если облаков соответствующего яруса нет.

РАЗДЕЛ 2

$222D_sV_s$

222 – отличительные цифры.

D_s – генеральное направление движения судна за последние 3 ч, кодируется по табл. П1.11.

V_s – средняя скорость судна за последние 3 ч по генеральному направлению в узлах, кодируется по табл. П1.11.

Далее следуют группы с отличительной цифрой.

$0s_nT_wT_wT_w$

0 – отличительная цифра.

s_n – знак температуры воды, положительные значения и 0 °C кодируются цифрой 0, отрицательные значения – цифрой 1.

$T_w T_w T_w$ – температура воды морской поверхности в градусах Цельсия с десятными долями градуса. Указываются десятки, единицы и десятые доли градуса.

1P_{wa}P_{wa}H_{wa}H_{wa} (часто отсутствует)

1 – отличительная цифра.

$P_{wa}P_{wa}$ – период волн, измеренный инструментально, без подразделения волн на ветровые и волны зыби. Кодировается в секундах (1 с кодируется 01, 12 с – 12 и т.д.).

$H_{wa}H_{wa}$ – высота волн, измеренная инструментально, без подразделения волн на ветровые и волны зыби. Кодировается в полуметрах (0,5 м кодируется 01, 2,5 м – 05, 11,0 м – 22 и т.д.).

2P_wP_wH_wH_w

2 – отличительная цифра.

P_wP_w – период ветровых волн, кодируется в секундах. Если из-за хаотического волнения период ветровых волн установить нельзя, то P_wP_w кодируется числом 99; если период ветровых волн не определен по какой-либо другой причине, на месте P_wP_w ставятся две дробные черты //.

H_wH_w – высота ветровых волн, кодируется в полуметрах. Имеется в виду средняя высота наиболее крупных волн. Если из-за хаотического волнения или по какой-либо другой причине высота ветровых волн не определена, то на месте H_wH_w ставятся две дробные черты //.

Если и период, и высоту ветровых волн оценить невозможно вследствие хаотического (беспорядочного) волнения моря, группа $2P_wP_wH_wH_w$ включается в радиограмму в виде 299//; если период и высота волн не оценивались по какой-либо другой причине, группа $2P_wP_wH_wH_w$ включается в радиограмму в виде 2////.

Если волнение не наблюдалось вследствие спокойного моря, группа $2P_wP_wH_wH_w$ включается в радиограмму в виде 20000. Если ветровых волн нет, но волны зыби есть, данная группа в радиограмму не включается.

3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}

3 – отличительная цифра.

$d_{w1}d_{w1}$ – направление перемещения (откуда перемещаются) волн зыби первой системы. Кодировается в десятках градусов от истинного севера. Направление 235° кодируется 24, 13° – 01, 360° – 36.

При хаотическом волнении, когда направление перемещения волн (а также период и высота волн) не определено, группа $3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}$ (а также $4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}$ и $5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$) в радио-

грамму не включается. Если период и высота волн зыби определены и группы $4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}$ и $5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$ (одна или обе) в радиограмму включены, а направление перемещения волн зыби не определено, группа $3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}$ включается в телеграмму в виде 399// (при наличии одной системы зыби) или 39999 (при наличии двух систем зыби).

$d_{w2}d_{w2}$ – направление перемещения (откуда перемещаются) волн зыби второй системы. Кодировается аналогично $d_{w1}d_{w1}$.

Если наблюдается только одна система зыби, то на месте $d_{w2}d_{w2}$ ставятся две дробные черты //.

$4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}$

4 – отличительная цифра.

$P_{w1}P_{w1}$ – период волн зыби первой системы. Кодировается в секундах, так же, как $P_{wa}P_{wa}$ в группе $1P_{wa}P_{wa}H_{wa}H_{wa}$.

$H_{w1}H_{w1}$ – высота волн зыби первой системы. Кодировается в полуметрах, так же, как $H_{wa}H_{wa}$ в группе $1P_{wa}P_{wa}H_{wa}H_{wa}$.

$5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$

5 – отличительная цифра.

$P_{w2}P_{w2}$ – период волн зыби второй системы. Кодировается в секундах, так же, как $P_{wa}P_{wa}$ в группе $1P_{wa}P_{wa}H_{wa}H_{wa}$.

$H_{w2}H_{w2}$ – высота волн зыби второй системы. Кодировается в полуметрах, так же, как $H_{wa}H_{wa}$ в группе $1P_{wa}P_{wa}H_{wa}H_{wa}$. Если наблюдается только одна система зыби, то группа $5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$ в радиограмму не включается.

Если волн зыби нет, то все три группы $3d_{w1}d_{w1}d_{w2}d_{w2}$, $4P_{w1}P_{w1}H_{w1}H_{w1}$ и $5P_{w2}P_{w2}H_{w2}H_{w2}$ в радиограмму не включаются.

$6I_sE_sE_sR_s$

6 – отличительная цифра.

I_s – причина обледенения судна. Кодировается по табл. П1.12.

E_sE_s – толщина отложений льда при обледенении судна. Кодировается в целых сантиметрах (2 см кодируется 02, 12 см – 12 и т.д.).

R_s – характеристика обледенения. Кодировается по табл. П1.13.

ICE + { $c_iS_ib_iD_iz_iD_i$ или словесный текст}

ICE – отличительное слово.

c_i – сплоченность или распределение морского льда. Кодировается по табл. П1.14.

S_i – возрастные характеристики морского льда (стадия развития). Кодировается по табл. П1.15.

b_i – лед материкового происхождения (айсберги, их куски и обломки). Кодировается по табл. П1.16.

D_i – пеленг основной кромки льда или ледяного отблеска, ближайшего к судну. Кодировается по табл. П1.17.

z_i – текущие ледовые условия и их тенденция за последние три часа. Кодировается по табл. П1.18.

Если судно находится в открытом море, информация о кромке льда, сплоченности c_i и стадии развития льда S_i должны сообщаться только в случае, когда лед наблюдается на небольшом расстоянии (в пределах 0,5 мили). Когда судно находится в открытом канале шириной более 1,0 морской мили, c_i должно кодироваться цифрой 1, а D_i – цифрой 0. Когда судно находится в неподвижном льду, граница которого располагается вне видимости, c_i должно кодироваться цифрой 1, а D_i – цифрой 9. Если морской лед не наблюдается и группа $c_i S_i b_i D_i z_i D_i$ используется для сообщения о льде только материкового происхождения, данная группа должна кодироваться в виде 0/ b_i /0.

Например, если в поле зрения наблюдается 6–10 айсбергов, а морской лед отсутствует, то данная группа кодируется 0/2/0.

Словесное сообщение о ледовой обстановке

Это сообщение содержит отличительное слово ICE и текст сообщения. Последний представляет собой краткий перечень важнейших характеристик ледовой обстановки в районе плавания в срок наблюдения. Наибольшее значение имеют сведения о сплоченности дрейфующих льдов (в баллах), о стадии развития, форме и толщине льда. Здесь же может сообщаться о числе айсбергов, если они наблюдались в срок наблюдения. Толщина льда передается в сантиметрах.

Например, «ICE сплоченность 7 серый крупнобитый толщина 20».

Таблица П1.1

Указатель единиц скорости ветра и метод ее определения

Цифра кода	Метод определения скорости ветра	Единицы скорости ветра
0	Визуальный	м/с
1	Инструментальный	м/с
3	Визуальный	уз
4	Инструментальный	уз

Примечание. Судовые станции Российской Федерации измеряют и передают скорость ветра только в м/с.

Таблица П1.2

**Указатель типа станции и включения в радиограмму группы
7wwW₁W₂**

Цифра кода	Тип станции	Группа 7wwW ₁ W ₂
1	Обслуживается штурманом	Включена
2	Обслуживается штурманом	Опущена (нет явлений, подлежащих передаче)
3	Обслуживается штурманом	Опущена (нет данных, наблюдения не проводились)
4	Автоматическая	Включена
5	Автоматическая	Опущена (нет явлений, подлежащих передаче)
6	Автоматическая	Опущена (нет данных, наблюдения не проводились)

Таблица П1.3

Высота основания облаков C_L или C_M над поверхностью моря

Цифра кода	Высота, м	Цифра кода	Высота, м
0	Менее 50	6	1000–1500
1	50–100	7	1500–2000
2	100–200	8	2000–2500
3	200–300	9	2500 и более или облаков C _L или C _M нет
4	300–600	/	Не определена
5	600–1000		

Таблица П1.4

Горизонтальная видимость (или метеорологическая дальность видимости) VV при визуальной оценке

Метеорологическая дальность видимости, км	Цифра кода
0, 05	91
0,2	92
0,5	93
1	94
2	95
4	96
10	97
20	98
≥ 50	99
Видимость не определена	//

Таблица П1.5

Горизонтальная видимость (или метеорологическая дальность видимости) VV при инструментальных наблюдениях

Метеорологическая дальность видимости, км	Цифра кода	Прием кодирования VV
0,1	01	На месте VV указывается фактическое значение видимости в километрах (с точностью до десятых долей), но без запятой, отделяющей десятые доли
0,2	02	
0,3	03	
...	...	
4,9	49	
5,0	50	
6	56	К значению видимости, определенной с точностью до десятых долей, прибавить 50; на месте VV указывается полученная сумма
7	57	
8	58	
....	...	
29	79	
30	80	Из значения видимости (с точностью до 5 км) вычесть 30, результат разделить на 5; полученное число указывается на месте второго V, на месте первого V – всегда 8
35	81	
40	82	
45	83	
50	84	
55	85	
60	86	
65	87	
70	88	
> 70	89	

Примечание. Если в срок наблюдения видимость существенно меняется или неодинакова в различных направлениях, то кодируется наименьшее значение видимости.

Таблица П1.6

Общее количество облаков

Цифра кода	Количество облаков в баллах и их способ нанесения на карту погоды	
1	2	3
0	Облаков нет	○
1	1 и менее (включая и следы облаков)	⊙

1	2	3
2	2–3	☁
3	4	☁
4	5	☁
5	6	☁
6	7–8	☁
7	9 и более, но есть просветы	☁
8	10 (все небо покрыто облаками, просветы отсутствуют)	●
9	Небо не видно из-за тумана, метели или других явлений, затрудняющих видимость	⊗
/	Определить невозможно по другим причинам, кроме указанных для №9, или наблюдение не производилось	☹

Таблица П1.7

Характеристика барической тенденции

Цифра кода	Характеристика барической тенденции	Вид кривой по барографу	Изменение давления по барографу
1	2	3	4
0	Рост, затем падение	↗	Давление без изменения или выше, чем три часа назад
1	Рост, затем без изменения	↗	Давление в срок наблюдения выше, чем три часа назад
2	Рост равномерный или неравномерный	/	
3	Падение, затем рост Без изменения, затем рост Рост, затем более сильный рост	✓	
4	Ровный или неровный ход	—	Давление такое же, как три часа назад
5	Падение, затем рост	↘	Давление такое же или ниже, чем три часа назад

1	2	3	4
6	Падение, затем без изменений		Давление в срок наблюдения ниже, чем три часа назад
7	Равномерное или неравномерное падение		
8	Рост, затем падение, либо без изменения, затем падение Падение, затем более сильное падение		

Таблица П1.8

Погода в срок наблюдения или в последний час

Цифра кода	Знак на карте	Смысловое значение в соответствии с синоптическим кодом
1	2	3
00–19 Погода без осадков, тумана (кроме 11 и 12), пыльной или песчаной бури, низовой метели или поземка на станции в срок наблюдения (кроме 09 и 17) и в последний час		
00	 Значок не наносится	Наблюдений над развитием облаков не было
01		Облака рассеиваются
02		Небо без изменений
03		Облака развиваются
04		Видимость ухудшена из-за дыма вулканического пепла
05		Мгла
06		Пыль, принесенная издалека
07		Пыль, поднятая на станции или вблизи станции; водяная пыль (брызги), переносимая на судно
08		Пыльные или песчаные вихри
09		Пыльные или песчаные бури в поле зрения в срок наблюдения или на станции в течение последнего часа
10		Дымка
11		Поземный туман клочками

1	2	3
12		Поземный туман сплошной
13		Зарница
14		Осадки в поле зрения, не достигающие земли
15		Осадки в поле зрения, достигающие земли на расстоянии более 5 км от станции
16		Осадки в поле зрения, достигающие земли на расстоянии до 5 км от станции
17		Гроза без осадков на станции или в поле зрения
18		Шквал на станции или в поле зрения
19		Смерч (смерчи) на станции или в поле зрения
20–29 Осадки, туман или гроза в последний час, но не в срок наблюдения		
20		Морось или снежные зерна
21		Дождь
22		Снег
23		Дождь со снегом
24		Замерзающие морось или дождь
25		Ливневой дождь
26		Ливневой снег или ливневой снег с дождем
27		Град или крупа
28		Туман
29		Гроза с осадками или без них
30–39 Пыльная или песчаная буря, низовая метель или поземок в срок наблюдения		
30		Слабая или умеренная буря ослабевает
31		Слабая или умеренная буря без изменения
32		Слабая или умеренная буря усиливается
33		Сильная буря ослабевает
34		Сильная буря без изменения
35		Сильная буря усиливается
36		Слабый или умеренный поземок
37		Сильный поземок
38		Слабая или умеренная низовая метель
39		Сильная низовая метель

1	2	3
40–49 Туман в срок наблюдения		
40		Туман на расстоянии
41		Туман местами
42		Туман ослабевает, небо видно
43		Туман ослабевает, небо не видно
44		Туман без изменения, небо видно
45		Туман без изменения, небо не видно
46		Туман усиливается, небо видно
47		Туман усиливается, небо не видно
48		Туман просвечивающий, с осаджением изморози
49		Туман сплошной, с осаджением изморози
50–59 Морось в срок наблюдения		
50		Морось слабая с перерывами
51		Морось слабая непрерывная
52		Морось умеренная с перерывами
53		Морось умеренная непрерывная
54		Морось сильная с перерывами
55		Морось сильная непрерывная
56		Морось слабая замерзающая (гололед)
57		Морось умеренная или сильная замерзающая (гололед)
58		Морось слабая с дождем
59		Морось умеренная или сильная с дождем
60–69 Дождь в срок наблюдения		
60		Дождь слабый с перерывами
61		Дождь слабый непрерывный
62		Дождь умеренный с перерывами
63		Дождь умеренный непрерывный
64		Дождь сильный с перерывами
65		Дождь сильный непрерывный
66		Дождь слабый замерзающий (гололед)
67		Дождь умеренный или сильный замерзающий (гололед)
68		Дождь или морось со снегом, слабые
69		Дождь или морось со снегом, умеренные или сильные
70–79 Твердые осадки (не ливневые) в срок наблюдения		
70		Снег слабый с перерывами
71		Снег слабый непрерывный

1	2	3
72		Снег умеренный с перерывами
73		Снег умеренный непрерывный
74		Снег сильный с перерывами
75		Снег сильный непрерывный
76		Ледяные иглы
77		Снежные зерна
78		Снежные кристаллы, похожие на звездочки
79		Ледяной дождь
80–89 Ливневые осадки в срок наблюдения (без грозы)		
80		Ливневой дождь, слабый
81		Ливневой дождь, умеренный или сильный
82		Ливневой дождь, очень сильный
83		Ливневой дождь со снегом, слабый
84		Ливневой дождь со снегом, умеренный или сильный
85		Ливневой снег, слабый
86		Ливневой снег, умеренный или сильный
87		Ледяная или снежная крупа, слабая
88		Ледяная или снежная крупа, умеренная или сильная
89		Град, слабый
90–99 Гроза (кроме 90) в срок наблюдения или последний час		
90		Град, умеренный или сильный
91		Гроза в последний час, дождь слабый в срок наблюдения
92		Гроза в последний час, дождь умеренный или сильный в срок наблюдения
93		Гроза в последний час, снег или снег с дождем, град или крупа, слабые в срок наблюдения
94		Гроза в последний час, снег или снег с дождем, град или крупа, умеренные или сильные в срок наблюдения
95		Гроза слабая или умеренная в срок наблюдения с дождем или снегом
96		Гроза слабая или умеренная в срок наблюдения с градом или крупой
97		Гроза сильная в срок наблюдения с дождем или снегом
98		Гроза в срок наблюдения с песчаной или пыльной бурей
99		Гроза сильная в срок наблюдения с градом или крупой

Таблица П1.9

Погода между сроками (прошедшая погода)

Цифра кода	Знак W_1 W_2 на карте погоды	Характеристика прошедшей погоды
0	Не наносится	Ясно или облачность не более 5 баллов
1	Не наносится	Меняющаяся облачность; в течение рассматриваемого промежутка времени облачность была временами более 5 баллов, а временами 5 баллов и менее
2	Не наносится	Пасмурно или облачность более 5 баллов
3		Песчаная или пыльная буря, поземок или низовая метель
4		Туман или сильная мгла
5		Морозь
6		Дождь
7		Снег или дождь со снегом
8		Ливневые осадки
9		Гроза с осадками или без них

Таблица П1.10

Формы облаков

Цифра кода	Формы облаков		
	C_L , облака нижнего яруса (Low)	C_M , облака среднего яруса (Middle)	C_H , облака верхнего яруса (Height)
1	2	3	4
0	Облаков C_L нет	Облаков C_M нет	Облаков C_H нет
1	 Cu (Cumulus) Кучевые плоские	 As (Altostratus) Высокослоистые просвечивающие	 Ci (Cirrus) Перистые волокнистые не распространяющиеся по небу
2	 Cu (Cumulus) Кучевые средние или мощные	 As или Ns (Altostratus или Nimbostratus) высокослоистые не просвечивающие или слоисто-дождевые	 Ci (Cirrus) Перистые плотные или хлопьевидные

1	2	3	4
3	 Cb (Cumulonimbus) Кучево- дождевые тучи	 Ac (Alto cumulus) Высококучевые про- свечивающие не изме- няющиеся	 Ci (Cirrus) Перистые плотные из Cb
4	 Sc (Strato cumulus) Слоисто-кучевые из Cu или Cb	 Ac (Alto cumulus) Высококучевые чече- вицеобразные	 Ci (Cirrus) Перистые волокни- стые распространяю- щиеся по небу
5	 Sc (Strato cumulus) Слоисто-кучевые не из Cu или Cb	 Ac (Alto cumulus) Высококучевые рас- пространяющиеся по небу	 Cs (Cirrostratus) ино- гда Ci Перисто-слоистые надвигающиеся (ниже 45°)
6	 St (Stratus) Слоистые кроме St плохой погоды	 Ac (Alto cumulus) Высококучевые из Cu или Cb	 Cs (Cirrostratus) ино- гда Ci Перисто-слоистые надвигающиеся (выше 45°)
7	 St fr (Stratus frac- tus) или Cu fr (Cum- ulus fractus) Слоистые разо- рванные или кучевые разо- рванные плохой погоды	 Ac вместе с As (Alto- cumulus, Altostratus) Высококучевые вместе с высокослоистыми	 Cs (Cirrostratus) Перисто-слоистые Покрывающие все небо

1	2	3	4
8	 Cu и Sc (Cumulus, Stratocumulus) Кучевые и слоисто-кучевые не из Cu или Cb	 Ac (Alto cumulus) Высококучевые башенками или хлопьями	 Cs (Cirrostratus) Перисто-слоистые не распространяющиеся по небу
9	 Cb (Cumulonimbus) Кучево-дождевые волосатые	 Ac (Alto cumulus) Высококучевые при хаотическом виде неба	 Cc (Cirrocumulus) Перисто-кучевые

Таблица П1.11

Генеральные направление и скорость судна за последние три часа

Цифра кода	Генеральное направление	Скорость, уз
0	Хода нет	0
1	На СВ	1–5
2	На В	6–11
3	На ЮВ	11–15
4	На Ю	16–20
5	На ЮЗ	21–25
6	На З	26–30
7	На СЗ	31–35
8	На С	36–40
9	Неизвестно	Более 40

Таблица П1.12

Причины обледенения судна

Цифра кода	Причины обледенения
1	Морские брызги
2	Туман
3	Брызги и туман
4	Дождь
5	Брызги

Таблица П1.13

Характеристика обледенения судна

Цифра кода	Характеристика обледенения судна
0	Лед не нарастает
1	Лед нарастает медленно (0,6 см/ч и менее)
2	Лед нарастает быстро (0,7 см/ч и более)
3	Лед тает или взламывается медленно
4	Лед тает или взламывается быстро

Таблица П1.14

Сплоченность или распределение морского льда

Цифра кода	Сплоченность или распределение льда
0	В поле зрения морского льда нет
1	Судно в канале шириной более 1 морской мили или в неподвижном льду, кромка которого вне пределов видимости
2	Отдельные льдины, редкий дрейфующий лед, сплоченностью от 1 до 3 баллов
3	Разреженный дрейфующий лед, сплоченностью от 4 до 6 баллов
4	Сплоченный дрейфующий лед, сплоченностью от 7 до 8 баллов
5	Очень сплоченный дрейфующий лед, сплоченностью 9 баллов, но не более 10
6	Полосы и пятна дрейфующего льда с отдельными льдинами между ними
7	Полосы и пятна сплоченного или очень сплоченного дрейфующего льда с участками меньшей сплоченности между ними
8	Припай, за кромкой которого отдельные льдины, редкий или разреженный дрейфующий лед
9	Припай, за кромкой которого очень сплоченный или сплоченный дрейфующий лед
/	Определить невозможно

Таблица П1.15

Возрастные характеристики морского льда

Цифра кода	Возрастные характеристики морского льда
0	Начальные виды льда (ледяные иглы, ледяное сало, снежуга, шуга)
1	Ниласовые льды (склянка, темный нилас, светлый нилас, блинчатый лед) толщиной 10 см
2	Молодые льды (серый, серо-белый) толщиной 10–30 см
3	Преобладает молодой лед и/или начальные виды льда с включением однолетнего льда
4	Преобладает тонкий однолетний лед с включением начальных видов льда и/или молодого льда
5	Тонкий однолетний лед толщиной 30–70 см
6	Преобладает тонкий однолетний лед средней толщины (70–120 см), толстый однолетний лед (более 120 см) с небольшим включением более тонкого (более молодого) однолетнего льда
7	Средний или толстый однолетний лед
8	Преобладает однолетний лед средней толщины и толстый однолетний с включением старого льда (толщиной более 2 м)
9	Преобладает старый лед
/	Определить невозможно

Таблица П1.16

**Лед материкового происхождения
(айсберги, их куски и обломки)**

Цифра кода	Количество айсбергов
0	Айсберги, их куски и обломки отсутствуют
1	1–5 без кусков или обломков
2	6–10 без кусков или обломков
3	11–20 без кусков или обломков
4	До 10 кусков включительно и обломков, айсберги отсутствуют
5	Более 10 кусков и обломков, айсберги отсутствуют
6	1–5 с кусками и обломками
7	6–10 с кусками и обломками
8	11–20 с кусками и обломками
9	Более 20 с кусками и обломками – навигация очень опасна
/	Определить невозможно

Таблица П1.17

Пеленг основной кромки льда (или ледяного отблеска)

Цифра кода	Направление, в котором видна основная кромка льда
0	Судно у берега или в заприпайной прогалине
1	Северо-восточное
2	Восточное
3	Юго-восточное
4	Южное
5	Юго-западное
6	Западное
7	Северо-западное
8	Северное
9	Не определено (судно во льдах)
/	Определить затруднительно вследствие темноты, плохой видимости и других причин или наблюдается лед только материкового происхождения

Таблица П1.18

Текущие ледовые условия и их тенденция за последние три часа

Цифра кода	Условия плавания судна во льдах
0	Чистая вода с плавающими в пределах видимости отдельными льдинами
1	Легкопроходимый лед, условия улучшаются
2	Легкопроходимый лед, условия не изменяются
3	Легкопроходимый лед, условия ухудшаются
4	Труднопроходимый лед, условия улучшаются
5	Труднопроходимый лед, условия не изменяются
6	Труднопроходимый лед, условия ухудшаются: лед развивается, ледяные поля смерзаются
7	Труднопроходимый лед, условия ухудшаются: слабое сжатие льда (0–1 балл)
8	Труднопроходимый лед, условия ухудшаются: умеренное или сильное сжатие льда (2–3 балла)
9	Судно затерто льдами
/	Определить невозможно

Кроме передач телеграмм о наблюдениях в основные сроки всемирного координированного времени (00, 06, 12 и 18 UTC), судовые гидрометеорологические станции передают в любое время суток в те же пункты сбора открытым текстом оповещения об опасных и особо опасных (стихийных гидрометеорологических явлениях погоды – РД 52.04.563-96).

Стихийные гидрометеорологические явления – гидрометеорологические явления или комплексы величин, которые по своему значению, интенсивности, продолжительности или времени возникновения могут нанести (или нанесли) ущерб отдельным отраслям народного хозяйства и представляют угрозу безопасности населения (в море, океане – угрозу безопасности мореплавания).

Практически любые гидрометеорологические явления могут быть отнесены к стихийным, если они по своей интенсивности (например, сильное обледенение судна), району (акватории) распространения (появление айсбергов в акватории океана, где они ранее не наблюдались) и продолжительности (длительное падение уровня моря ниже отметок, при которых прекращается судоходство) достигают критических значений, когда может быть нанесен указанный выше ущерб и создается опасность для населения и мореплавания. Эти критические значения (критерии СГЯ) могут быть не одинаковыми в разных районах и акваториях морей и океанов. Критерии СГЯ устанавливаются Росгидрометом.

В тех ситуациях, когда стихийное гидрометеорологическое явление зарегистрировано, необходимо выполнить следующие мероприятия:

- в эфир передать штормовое сообщение о времени возникновения, виде явления, характере его проявления;
- установить непрерывное и тщательное наблюдение за развитием СГЯ.

По окончании СГЯ сделать подробное его описание в таблице «Дополнительные сведения о СГЯ» в журнале КГМ-15.

Ниже приводится перечень морских гидрометеорологических явлений, относящихся к стихийным, и критерии СГЯ:

- а) ветер:
 - средняя скорость 25 м/с и более; для акваторий арктических и дальневосточных морей – 30 м/с и более;

- максимальная скорость 25 м/с и более; для побережий (акваторий) океанов, арктических и дальневосточных морей – 35 м/с и более;

- шквал при максимальной скорости ветра 25 м/с и более;

б) волнение:

- для прибрежных районов – высота волн 4 м и более;

- для акваторий океанов – высота волн 8 м и более;

- для акваторий морей – высота волн 6 м и более;

в) метеорологическая дальность видимости 50 м и менее;

г) обледенение судна со скоростью 0,7 см/ч и более;

д) тропические циклоны (тайфуны);

е) цунами (особо опасная волна, вызванная подводным землетрясением и приводящая к затоплению прибрежных населенных пунктов, береговых сооружений и других объектов);

ж) уровни моря ниже отметок, при которых прекращается судоходство, гибнут рыба, морские животные, повреждаются суда, или выше отметок, при которых затопляются населенные пункты, береговые сооружения и другие народнохозяйственные объекты;

з) сильный тягун в морских портах (своеобразное колебание уровня моря, приводящее к возвратно-поступательному движению и сильной беспорядочной качке судов, пришвартованных у причала или стоящих на якоре);

и) напоры льдов, интенсивный дрейф льдов, угрожающие судам, морским, портовым и другим береговым сооружениям;

к) появление льда, непроходимого судами и ледоколами, в период навигации на судовых трассах и в районе промысла.

Местные учреждения Росгидромета (УГМС, обсерватории, гидрометцентры), судовладельцы могут дополнять представленный перечень СГЯ и корректировать критерии их интенсивности (но только в сторону ослабления критериев) с целью совершенствования гидрометеорологического обеспечения народнохозяйственной деятельности.

Примеры составления гидрометеорологических телеграмм:

1. UBJN 31061 99428 11475 42997 70305 10102 20045 40238
56042 80006 22292 00049 20301 31400 40804
2. UBJN 31121 99434 11498 41397 80000 10053 40236 54000
75122 886// 22200 00047 32702 40502 50704
3. UBJN 31181 99447 11502 41598 23603 10040 40154 82500
22242 00039 2//00 32599 40703

4. UBJN 01001 99451 11513 41494 62716 11126 21126 40139
57042 78688 85904 22262 20808 61021
5. UBJN 01061 99463 11517 41996 83212 11053 21045 40101
55000 71088 8801/ 22200 01009 20706 ICE 2/092
6. UBJN 01121 99474 11522 41395 82109 11070 21105 40091
50000 77176 8872/ 22213 01010 2//// ICE 42093
7. UBJN 0118199481 11524 41/93 91801 11005 40029 58101
72874 22200 01011 2//// ICE 74040
8. UBJN 02001 99493 11531 41395 81801 11036 49975 57037
75754 886// 22283 01006 2//// 64042 ICE 56095
9. OOB5 BBXX OWJN 13061 99665 30601 42997 60000 11042
49718 53112 83059 22232 00005 20000 ICE 0/7/0

Схема нанесения данных на карту погоды

На рис. П2.1 изображена схема стандартной (в соответствии с синоптическим кодом КН-01с) наноски метеорологических параметров на приземных картах погоды.

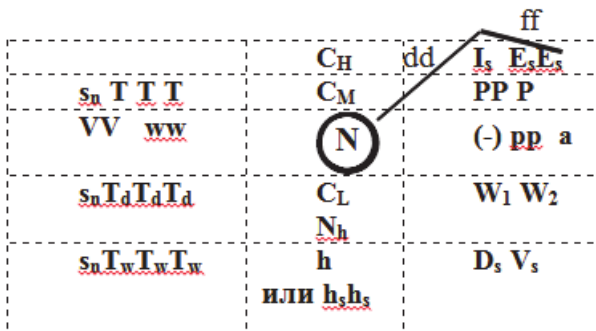


Рис. П2.1. Схема стандартной наноски метеорологических параметров на картах погоды

На рис. П2.1 **N** – общее количество облаков;

N_h – количество облаков нижнего яруса, при их отсутствии – среднего яруса;

C_L – облака, нижняя граница которых ниже 2 км: слоисто-кучевые, слоистые, кучевые и кучево-дождевые;

C_м – облака, нижняя граница которых располагается в слое 2–6 км: высококучевые, высокослоистые и слоисто-дождевые;

C_n – облака, нижняя граница которых выше 6 км: перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые;

h или **h_sh_s** – высота основания облаков;

dd – направление ветра (откуда дует);

ff – скорость ветра;

s_n – знак температуры, + или -;

TTT – температура воздуха;

T_dT_dT_d – точка росы;

T_wT_wT_w – температура воды;

PPP – атмосферное давление на уровне моря;
a – характеристика барической тенденции;
pp – величина барической тенденции;
ww – погода в срок наблюдения или в течение последнего часа перед сроком наблюдения;
W₁ – прошедшая погода – погода между сроками наблюдений;
W₂ – прошедшая погода – погода между сроками наблюдений;
VV – метеорологическая дальность видимости;
Ds – генеральное направление перемещения судна за 3 ч;
Vs – средняя скорость судна;
Is – причины обледенения судна;
EsEs – толщина отложения льда при обледенении судна.

Общее количество облаков **N** кодируется соответствующим окрасом кружка станции. **N_h** – количество облаков нижнего яруса, а при их отсутствии – среднего яруса, кодируется цифрой кода от 0 до 9, см. табл. П1.6.

Направление ветра **dd** наносится лучом, откуда ветер дует. Северо-восточный ветер, например, будет изображен как луч, направленный с северо-востока на кружок станции (см. рис. П2.1). Оперение на этом луче подскажет о скорости ветра. Для скорочтения можно считать, что большое перо равно 5 м/с, маленькое – 2–3 м/с, треугольник – 25 м/с, другие вариации складывать из трех перечисленных. На рис. П2.2 приведена картушка для определения направления ветра в румбах или десятках градусов, табл. П2.1 дана для определения скорости ветра в м/с или узлах.

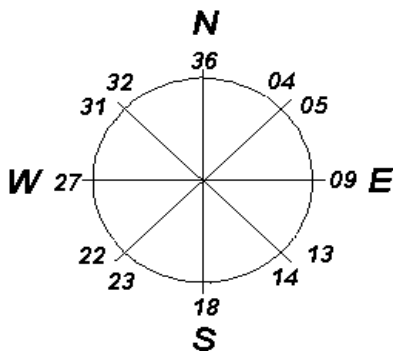


Рис. П2.2. Картушка для определения направления ветра

Таблица П2.1

Обозначение скорости ветра на картах погоды

Скорость ветра		Обозначение на карте	Скорость ветра		Обозначение на карте
м/с	узлы		м/с	уз	
0	0	 При штиле кружок станции обводят другим кружком	17–18	33–37	
1	1–2		19–21	38–42	
2–3	3–7		22–23	43–47	
4–6	8–12		24–26	48–52	
7–8	13–17		27–28	53–57	
9–11	18–22		29–31	58–62	
12–13	23–27		32–33	63–67	
14–16	28–32		и т.д.		

□

Температура воздуха T_{TT} наносится слева сверху от значка станции с точностью до десятых долей градуса Цельсия. Знак температуры s_n при положительной температуре не наносится, при отрицательной температуре наносится «-».

Точка росы $T_d T_d T_d$ наносится слева внизу (ниже метеорологической дальности видимости) от значка станции с точностью до десятых долей градуса Цельсия. Знак температуры s_n при положительной температуре не наносится, при отрицательной температуре наносится «-».

Температура воды $T_w T_w T_w$ наносится слева внизу от значка станции (ниже точки росы) с точностью до десятых долей градуса Цельсия. Знак температуры s_n при положительной температуре не наносится, при отрицательной – наносится «-».

Атмосферное давление на уровне моря **PPP** наносится справа сверху от значка станции с точностью до десятых долей гПа тремя цифрами. При чтении следует восстановить сотни и тысячи, если давление было больше тысячи, и только сотни, если давление было меньше тысячи. Например, если нанесено 135, то следует читать как 1013,5 гПа. Если нанесено 986, то следует читать как 998,6 гПа. Следует помнить, что большая часть значений атмосферного давления у поверхности земли попадает в диапазон 990–1030 гПа.

Барическая тенденция **pp** – это изменение давления за последние три часа. Размерность – гПа/3 ч, точность вычисления и, соответственно, нанесения на карту – до десятых долей гПа. Наносится справа от значка станции со знаком «+» или «-». Рядом наносится характеристика барической тенденции **a** – кривая, показывающая, как именно давление в течение трех часов менялось (росло, затем падало; непрерывно росло; падало, затем не менялось и т.д.), см. табл. П1.7. Например, наноску **+12** следует читать: давление в течение трех часов падало, затем росло, стало выше на 1,2 гПа.

Под погодой в срок либо между сроками следует понимать наличие или отсутствие атмосферных явлений: различного вида осадков, тумана, гроз, града и т.д. Погода в срок или в течение последнего часа перед сроком наблюдения **ww** наносится в виде символа слева от значка станции в соответствии с табл. П1.8. Прошедшая погода или погода между сроками **W₁ W₂** кодируется в виде символов и располагается справа и ниже значка станции, ниже барической тенденции (см. табл. П1.9). Можно закодировать два явления, если таковые имели место.

Генеральное направление перемещения судна за 3 ч **Ds** изображается в виде стрелки, а средняя скорость судна **Vs** – в виде цифры кода в соответствии с табл. П1.11. Наносятся ниже значков прошедшей погоды, в правом нижнем углу.

Причина обледенения судна **Is** наносится в виде цифры кода в соответствии с табл. П1.12. Толщина отложения льда при обледенении **EsEs** наносится в целых сантиметрах. Параметры обледенения наносятся при их наличии в правый верхний угол схемы наноски.

На рис. П2.3 приведен пример стандартной (в соответствии с кодом КН-01) наноски гидрометеорологических данных на приземной карте погоды. Следует отметить, что на картах погоды, выпускаемых для судоводителей, чаще всего наноска выполняется не

в полном объеме, некоторые параметры не наносятся. Например, на приземных картах погоды, выпускаемых Японским метеорологическим агентством, температура воздуха наносится в целых градусах, точка росы, температура воды и давление воздуха, направление и скорость судна, а также параметры обледенения не наносятся.

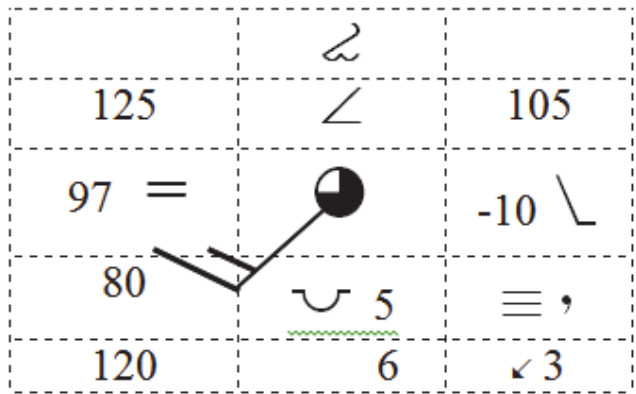


Рис. П2.3. Пример стандартной наноски гидрометеорологических параметров на приземную карту погоды

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас облаков / под. ред. Л.К. Сурьгиной // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – 51 с.
2. Бушуев, А.В. Атлас ледовых образований / А.В. Бушуев, Н.А. Волков, В.С. Лоцинов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 138 с.
3. Гордиенко, А.И. Плавание судов в особо тяжелых погодных условиях / А.И. Гордиенко, Р.Г. Захарьян. – СПб.: ГАМ им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 96 с.
4. Код для оперативной передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с сети станций Госкомгидромета СССР, расположенных на суше (включая береговые станции). – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 64 с.
5. Код для составления гидрометеорологических радиogramм на судах КН-01с. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 57 с.
6. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г. – 3-е изд., сводное 2011 г. – Лондон: Международная морская организация, 2013. – 427 с.
7. Международная символика для морских ледовых карт (aari.ru). – Режим доступа: <http://www.aari.ru/gdsidb/glossary/simvol2.htm>.
8. Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 56 с.
9. Международный код FM 12-IX SYNOP, FM 13-IX SHIP для передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с наземных и морских станций. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 114 с.
10. Мезенцева Л.И. Работа с кодом КН-01: учеб.-метод. пособие. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – 34 с.
11. Метеорологический словарь / сост. С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова. – 3-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.
12. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9. Ч. 3. Гидрометеорологические наблюдения, проводимые штурманским составом на морских судах. РД 52.04.585-97. – Л.: Гидрометеиздат, 1999. – 197 с.
13. Психрометрические таблицы. – 2-е изд., испр. и доп. / Д.П. Беспалов, Л.Т. Матвеев, В.Н. Козлов, Л.И. Наумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 270 с.

14. Туноголовец, В.П. Навигационная гидрометеорология. Ч. 1. Метеорология: учеб. пособие / В.П. Туноголовец, Н.А. Дашко, А.А. Иванова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 186 с.

15. Туноголовец, В.П. Навигационная гидрометеорология. Ч. 3. Навигационная океанография: учеб. пособие / В.П. Туноголовец, И.С. Карпушин. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 174 с.

16. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. –3-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 455 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа 1. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях, производство наблюдений за атмосферным давлением	7
Лабораторная работа 2. Гидрометеорологические наблюдения за температурой и влажностью воздуха и температурой воды на морских станциях	21
Лабораторная работа 3. Гидрометеорологические наблюдения за облаками, атмосферными явлениями и метеорологической дальностью видимости.....	35
Лабораторная работа 4. Гидрометеорологические наблюдения за ветром и волнением моря на морских станциях.....	70
Лабораторная работа 5. Гидрометеорологические наблюдения за обледенением судов и льдами в море	95
Лабораторная работа 6. Составление синоптических радиogramм, чтение данных наблюдений с карт погоды	124
Приложения	136
Библиографический список	165

Учебное издание

Мезенцева Людмила Ивановна
Карпушин Иван Сергеевич

**ПРАКТИКУМ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ СУДОВОЖДЕНИЯ**

Часть 1. Наблюдения за погодой

Учебное пособие

Редактор Т.В. Ломакина
Макет О.В. Нечипорук

Подписано в печать 14.07.2021. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 9,76. Уч.-изд. л. 9,50. Заказ 0824. Тираж 30 экз.

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

Отпечатано в типографии ООО «Доминант»
690078, г. Владивосток, ул. Комсомольская, 5а
e-mail: info@dominant.pro